PRZEGLĄD ŁĄCZNOŚCI

ZESZYT 2 ROK 1946

WARSZAWA

PAŹDZIERNIK – GRUDZIEŃ

Zakłady Graficzne W I N W — Oddział w Łodzi

PRZEGLĄD ŁĄCZNOŚCI

KWARTALNIK
WYDAWANY PRZEZ DEPARTAMENT ŁĄCZNOŚCI
PRZY WSPÓŁPRACY
WOJSKOWEGO INSTYTUTU NAUKOWO-WYDAWNICZEGO

ZESZYT 2 PAŹDZIERNIK – GRUDZIEŃ **1946 ROK**

1

„Treść artykułów jest wyrazem osobistych poglądów autora na daną sprawę“

TREŚĆ

Ppłk HETPER ROMAN

ROLA I ZADANIA OFICERA, PODOFICERA I SZEREGOWCA WOJSK ŁĄCZNOŚCI

Rola, jaką spełnia oficer, podoficer i szeregowiec wojsk łączności jest jednym z podstawowych czynników sprawnego funkcjonowania łączności.

Od należytego wykonywania obowiązków każdego żołnierza wojsk łączności zależy dostarczanie na czas meldunków i rozkazów do miejsca przeznaczenia. Trzeba tutaj podkreślić, że w wyniku niesumienności czy nieumiejętności wykonywania tych obowiązków, nawet przy dobrym stanie sieci, przy normalnym działaniu środków łączności rozkazy i meldunki mogą nie dojść na czas względnie nie osiągną w ogóle celu.

Każdego żołnierza wojsk łączności musi cechować nie tylko bezwzględna obowiązkowość, ale również zamiłowanie do swojego fachu.

Każdy żołnierz wojsk łączności musi się wczuć w ważność swojej pracy, musi rozumieć, że jest pomocnikiem i pośrednikiem swoich przełożonych, że umożliwia dowodzenie wojskami, koordynację wysiłków a tym samym przyczynia się do końcowego sukcesu. Musi on sobie zdawać sprawę z tego, że łączność jest nerwem armii, nerwem bardzo wrażliwym, z którym trzeba się należycie obchodzić, jest pulsującą arterią, którą należy stale zasilać, aby należycie funkcjonowała.

Każdy żołnierz wojsk łączności musi przejawiać dużo inicjatywy. Nie może się biernie nastawić tylko na wykonywanie rozkazów. Niejednokrotnie znajdzie się w takiej sytuacji, że dzięki własnemu sprytowi, własnej inicjatywie będzie mógł należycie i na czas wypełnić powierzone sobie zadanie. Zobrazuję to przykładem. — Patrol otrzymał zadanie nawiązania łączności telefonicznej z jednostką *x* w miejscu postoju *z*. Po dociągnięciu przez dany patrol linii do wskazanego miejsca postoju okazuje się, że

jednostki tej tam nie ma, gdyż została przesunięta gdzie indziej w związku z rozwijającą się akcją. Obowiązkiem dowódcy patrolu jest dowiedzieć się dokąd jednostka ta odeszła i nawiązać z nią łączność; dowódca patrolu musi też wziąć pod uwagę ilość posiadanego sprzętu i ewentualne jego uzupełnienie.

Łączność działa wtedy sprawnie, gdy rozkazy i meldunki przychodzą do miejsca przeznaczenia na czas. Toteż każda komórka musi działać pewnie, bez zacięć. Nie może mieć miejsca fakt, aby przez niedopełnienie czy niedbałe wykonywanie obowiązków któregokolwiek żołnierza wojsk łączności nastąpiło choćby tylko opóźnienie w przekazaniu rozkazów, meldunków. Trzeba mieć na uwadze, że opóźnienie czy nieprzekazanie rozkazów i meldunków może spowodować brak ciągłości akcji a częstokroć niepotrzebne ofiary w ludziach.

Do roli żołnierza wojsk łączności należy nie tylko dbanie o utrzymanie w należytym stanie sieci i sprzętu, ale również troska, by przesyłane wiadomości doszły do celu i by nadawca miał pewność, że wysłana wiadomość doszła do celu.

Niejednokrotnie bowiem zachodzą takie okoliczności (uszkodzenie linii), że nie można natychmiast przesłać danej wiadomości. W takim wypadku należy o tym zawiadomić nadawcę, gdyż jeżeli się tego nie uczyni, nadawca będzie przeświadczony, że depesza została normalnie, natychmiast nadana. Rzecz oczywista, że wiadomości (ważne) powinny być wysyłane równocześnie i drugim środkiem łączności. Jeżeli jednak tego nie zrobiono, to takie zawiadomienie będzie dla nadawcy przypomnieniem o konieczności użycia drugiego środka łączności.

Jeżeli wiadomość nadano, trzeba otrzymać potwierdzenie odbioru a nawet w ważnych wypadkach potwierdzenie doręczenia jej adresatowi.

Rozmaite są środki łączności, różnych specjalistów potrzeba dla ich obsługi. Technika ciągle postępuje naprzód i za jej rozwojem trzeba nadążać. Do najbardziej skomplikowanych środków łączności należą środki elektryczne. Mają one w dobie dzisiejszej największe zastosowanie, gdyż są najwydajniejsze i przy ich użyciu można najszybciej przesyłać wiadomości na dalekie odległości. Środkami tymi — jak wszyscy wiemy — są: telefon, telegraf, radio. Im bardziej skomplikowana jest sieć łączności przewodowej i radiowej — a komplikacje muszą powstać siłą faktu na wyższych szczeblach dowodzenia — tym sprawniejsza musi być jej organizacja i obsługa. Sprawna organizacja i obsługa sieci przewodowej i radiowej zależy od doświadczenia, rzutkości, inicjatywy, szybkiej orientacji i znajo-

mości sprzętu oraz uczciwej pracy obsługi. Jeżeli weźmiemy pod uwagę rolę przełożonych i podkomendnych, stanowiska kierownicze i wykonawcze, to na obu tych szczeblach musi panować obopólne zgranie i zrozumienie się. Dewizą wspólnej pracy dowódców i podkomendnych wojsk łączności musi być zapewnienie łączności wojskom. I jak z jednej strony nie powinien dowódca dawać rozkazów niewykonalnych, tak z drugiej strony podkomendny— wykonawca winien dbać o solidne przeprowadzenie powierzonej sobie pracy, gdyż to zaoszczędza trud i siły człowieka, zapewnia dobre funkcjonowanie łączności. Musimy pamiętać, że szybkość wykonywanej pracy nie może być przeprowadzona kosztem jej jakości. Małą pociechę będziemy mieli np. z tego, że wybudujemy bardzo szybko jakąś linię telefoniczną, a ona już nawet w czasie budowy nie będzie działać. Włożony w pracę trud będzie, linia będzie, ale łączności — nie będzie. Zła linia jest powodem małej wydajności nadawania wiadomości, opóźniania i ciągłej pracy patroli kontrolnych, nie mówiąc już o kłopotach organu kierowniczego łączności. Czasem lepiej wybudować nową, dobrą linię, aniżeli mieć stały kłopot ze złą linią i niepewność co do jej działania.

Dobra, sprawna obsługa sieci zależy i od kierowników i od wykonawców. Dowódca czy szef łączności jako organ kierowniczy musi należycie zorganizować pracę w terenie i w czasie, wykonawcy muszą ją solidnie zrealizować. Stara jak świat jest zasada, że najlepsza organizacja nie da należytych rezultatów, jeżeli jest złe wykonanie ale i celowość pracy wykonanej zależy od dobrej organizacji.

W zasadzie należy oszczędzać siły ludzkie, gdyż przemęczony żołnierz nie będzie zdolny do należytego wykonania powierzonej mu pracy. Maksymalnego wysiłku należy żądać tylko wtedy, gdy rzeczywiście zajdzie ku temu potrzeba.

Rozpatrując zagadnienie łączności musimy sobie uzmysłowić żmudną, konstrukcyjną pracę nad jej realizacją, musimy wziąć pod uwagę wszystkie komórki składające się na jej całość. Komórki te to resorty: zaopatrzenia w sprzęt, wyszkolenia, personalno - planowy i operacyjno - techniczny.

Nie będę się zagłębiał w szczegółowe ich omówienie, gdyż zakres ich czynności stanowi rozległą dziedzinę. Bez nich łączność stanowiąca w erze dzisiejszej olbrzymi mechanizm, obejmujący swoim zasięgiem dalekie przestrzenie i wielkie ilości dowództw i jednostek — jest nie do pomyślenia.

Komórki te muszą istnieć, muszą żyć, muszą ściśle z sobą współpracować, by dać efekt końcowy — arterie tele- i radioko-

munikacyjne o prawidłowym tętnie, sygnały świetlne i dźwiękowe, żywy ruch środków ruchomych.

Konieczność istnienia tych komórek wynika z prostej logiki faktów.

Bez zaopatrzenia nie byłoby wytwórczości i wyposażenia w sprzęt dowództw, oddziałów i instytucyj wojskowych.

Bez wyszkolenia nie byłoby fachowców obsługujących sprzęt, budujących linie.

Bez planowania personalnego nie byłoby jednostek potrzebnych do przeprowadzenia danych prac.

Bez resortu operacyjno - technicznego nie byłoby żywej sieci telefonicznej, telegraficznej, radiowej, należytego funkcjonowania poczty polowej, środków ruchomych.

Działalność wszystkich tych komórek koordynuje i nadaje im należyty kierunek szef łączności naczelnego dowództwa, a w czasie pokojowym — szef departamentu łączności Ministerstwa Obrony Narodowej, ustalając ich skład i kompetencje, dbając o sprawność ich pracy, dając wytyczne organizacyjne, personalne, operacyjne, techniczne gospodarką materiałową przy zasadniczym, wytyczonym sobie celu — zapewnienie łączności wojskom wszelkimi środkami.

Ten cel — to hasło, postulat każdego żołnierza wojsk łączności do którejkolwiek by grupy należał, w jakiej by specjalności nie był wyspecjalizowany.

W zależności od zajmowanego stanowiska, od wykonywanej pracy różna jest rozpiętość, podejście i rozpracowywanie danego zagadnienia łączności.

Praca na wyższych szczeblach przy wielkiej ilości jednostek i rozległym zakresie operacyj wymaga szerokiego horyzontu rozpatrzenia organizacji łączności, rutyny organizacyjnej, przewidywania, dokładnej kalkulacji i zadysponowania sił i środków na całą głębokość akcji.

Każdy szef, dowódca łączności musi wiedzieć o wszystkich komórkach organizacyjnych rozplanowanych w terenie, musi stwarzać sobie odpowiednie odwody, musi być stale poinformowany o wszelkich zmianach dyslokacyjnych, musi mieć na uwadze granice wytrzymałości sił ludzkich, musi wiedzieć ile posiada sprzętu i w jakim stopniu przydatności winien znać sieć stałą na całym terenie operacyjnym, przeprowadzając odpowiedni wywiad o możliwości jej wykorzystania, musi liczyć się z porą roku, z pokryciem terenu, z zagrożeniem nieprzyjacielskiej broni pancernej, musi przeprowadzić kalkulację czasu, musi wziąć pod uwagę czynnik bezpieczeństwa.

Praca szefa łączności jest oparta na ścisłym kontakcie ze sztabem oddziału, w którym pracuje, z dowódcami broni, szefami służb, z szefami łączności jednostek współdziałających i sąsiadów.

Przed powzięciem decyzji dowódcy szef łączności musi poczynić odpowiednie przygotowania, konieczne dla realizacji organizacji łączności jak: sprawdzenie gotowości oddziałów i środków łączności i ich rozlokowanie w terenie tak, by przy ocenie sytuacji łącznościowej móc przeprowadzić odpowiednią kalkulację sił i środków przy uwzględnieniu czynnika bezpieczeństwa przed ewentualnie mogącymi powstać trudnościami, dywersją oraz przy uwzględnieniu czynnika czasu dla skoncentrowania sił i środków.

Na podstawie decyzji dowódcy, planu walki, wskazówek szefa sztabu, wskazówek przełożonego szefa łączności opracowuje szef łączności plan organizacji łączności obejmujący sieć przewodową telegraficzno-telefoniczną, radiową, użycie środków ruchomych, sygnalizacyjnych, poczty polowej.

Szef łączności musi sobie zapewnić odwody sił i środków na całą głębokość akcji z uwzględnieniem możliwych zmian akcji, przerzucenia dowództwa do innego m. p., uzupełnienia środków, — gospodarować właściwie sprzętem i ludźmi. W przeciwnym wypadku może powstać fakt, że w pewnym momencie nie będzie w stanie zapewnić dowódcy łączności z wojskami.

Aby jednostki łączności mogły być szybko użyte do pracy, należy zorganizować odpowiednie zespoły z potrzebnym sprzętem i ustalić szczegółowo ich dyslokację w terenie.

W planie organizacji łączności muszą być przewidziane zarządzenia dla współdziałania, zaopatrzenia w sprzęt oddziałów łączności, środki dla zabezpieczenia przekazywania ważnych dokumentów, ochrona urządzeń, sposób wykorzystania miejscowego personelu i środków łączności oraz niszczenia urządzeń (gdy zajdzie potrzeba). Wielki nacisk należy położyć na organizację radiołączności, gdyż w niektórych sytuacjach będzie ona jedynym środkiem łączności.

Szef łączności musi przewidzieć środki zabezpieczenia dowodzenia w czasie oddalania się dowódcy, zmiany sytuacji, zniszczenia przez nieprzyjaciela węzłów i linij.

Po zatwierdzeniu planu — szef łączności daje zadanie wykonawcom — kieruje służbą łączności w walce i organizuje kontrolę działania poszczególnych środków łączności.

Kierownik ośrodka łączności przewodowej musi znać ogólny charakter działań własnej jednostki, miejsca rozlokowania

węzła, czas jego uruchomienia, siły i środki dyspozycyjne — ich miejsca dyslokacji, organizację łączności wewnątrz sztabu, tabele sygnałów, kryptonimów i kolejność wysyłki korespondencji ze sztabu, termin regulowania czasu, zabezpieczenie węzła.

Kierownik radiowęzła przy znajomości ogólnego charakteru działania własnej jednostki musi znać: rejon rozlokowania radiowęzła, czas jego uruchomienia, skład radiosieci, dane korespondencyjne, radiokierunki, kolejność i sposób pracy, sygnały czasu, czas nadawania fal wzorcowych, miejsce ładowni akumulatorów.

Szef osi łączności winien znać ogólny charakter działania jednostki, miejsce rozmieszczenia posterunków bojowych dowódcy, rozlokowanie sztabu, kierunek i kolejność ich przesunięć. Zasadnicze jego zadanie: zapewnienie łączności na osi z przewidzianą ilością przewodów przy użyciu potrzebnych sił i środków oraz związane z tym wykonanie wszystkich potrzebnych prac technicznych.

Szef kierunku, przy znajomości ogólnego charakteru działania jednostki, przy wykorzystaniu posiadanych sił i środków zabezpiecza łączność na wyznaczonym sobie kierunku rozmieszczając należycie stacje pośrednie. Musi przewidzieć możliwości zorganizowania łączności w razie zmiany zamierzonego planu przesunięć sztabu, posterunków dowodzenia, znać sąsiednie kierunki i szlaki okrężne, miejsca składnic meldunkowych.

Kierownik poczty polowej musi znać miejsca rozlokowania stacyj poczt polowych, czas uruchomienia punktów wymiany korespondencji i kierunki ruchu.

Oto pokrótce rola oficerów na różnych stanowiskach.

Rola podoficerów — to pomocnicy oficerów, dowódcy małych zespołów. Funkcje ich — dowódcy radiostacyj, punktów badawczo - kontrolnych, punktów kontrolnych, mniejszych zespołów budowlanych, stacyj sygnalizacyjnych, kierownicy central i inne.

Są więc oni dowódcami w mniejszym zakresie. Muszą mieć jednak stale na uwadze jeden zasadniczy problem: poszczególne posterunki łącznościowe składają się na całokształt organizacji łączności. Niedomaganie nawet jednego z nich może spowodować zatrzymanie ruchu telekomunikacyjnego na całym kierunku. W najmniejszej komórce organizacyjnej ujawnia się jej wielkie znaczenie. Toteż dowódcy wszystkich placówek łącznościowych muszą rzetelnie dbać o dobry stan przydzielonych im urządzeń teletechnicznych i komunikacyjnych, o prawidłowy tok pracy, gdyż jakkolwiek zakres ich działania jest ograniczony, niemniej jednak odgrywa ważną rolę w całym mechanizmie.

Rola szeregowców wojsk łączności — to rola wykonawców. Szeregowcy w poszczególnych kategoriach swoich specjalności — to ci, którzy w rzeczywistości — że tak się wyrażę — dają nam łączność w tej czy innej formie. Zakres ich pracy jest ograniczony do pewnych określonych czynności czy to usuwania błędów na linii, naprawy aparatów, nadawania telegramów, czy też budowania linii itd. Praca ich musi być bardzo dokładna i sumienna. Muszą oni mieć należyty wypoczynek po pracy, obowiązkiem zaś dowódcy jest stała i prawdziwa o nich dbałość a nie tylko wydawanie rozkazu do pracy i surowe wymagania.

Nie zapominajmy o tym, że drobnostka — wskutek małej sprawności jednego tylko szeregowca łączności — może być przyczyną przerwania łączności na odległościach setek kilometrów.

Zależność sprawnego funkcjonowania łączności od pracy jednostki jest przejawem charakterystycznym w dziedzinie łączności w porównaniu z innymi rodzajami broni, gdzie pomyślny wynik akcji jest związany z wysiłkiem zespołowym a niedyspozycja czy niedociągnięcie jednego człowieka z danego zgrupowania — np. plutonu — nie wpływa zasadniczo i decydująco na rezultat akcji.

Przy podziale na funkcje trzeba przeprowadzić należyty podział żołnierzy. Jaka bowiem będzie korzyść z telefonisty słabo piszącego? Owszem, fonogram dojdzie, ale w jakiej formie? A w takim wypadku fonogramy będą musieli nadawać oficerowie lub podoficerowie. Czy będą mieć na to czas?

Zacytuję jeden wesoły, ale dla dowódcy nieprzyjemny fakt (przed 1939 r.). Otóż w książeczce wojskowej wpisano jednemu z poborowych zawód: — telegrafista. Dla dowódcy jest to miła okoliczność — ma gotowego fachowca. Cóż się jednak okazało? Poborowy ten był w cywilu zatrudniony jako robotnik niewykwalifikowany przy kopaniu dołów i stawianiu słupów i zapytany przy poborze o zawód cywilny oświadczył krótko, że pracował przy telegrafie, co mu też pochopnie wpisano w odnośnej rubryce.

Toteż przy szczegółowym segregowaniu szeregowców, trzeba dać im należyte przeszkolenie, by osiągnąć pewność, że każdy z przydzielonej mu pracy w zakresie swojej funkcji wywiąże się należycie. Dowódca musi otaczać żołnierza opieką, między nim a szeregowcem musi panować pełne zaufanie i zrozumienie, które to czynniki powodują pogodny nastrój, tak potrzebny dla rzetelnej pracy.

Aby to zaufanie zapanowało należy stworzyć ku temu warunki, należy szczerze, życzliwie podejść do szarego żołnierza.

Szary żołnierzyk realizuje plany swoich przełożonych, wprowadza w czyn ich rozkazy. I tak już w życiu bywa, że na jakości wykonanej pracy polega dzieło organizacji.

Gdy się żołnierza należycie przeszkoli, gdy mu się zapewni opiekę, wtedy stać go będzie na pełny wysiłek i pracą swoją utrwali dzieło stworzone przez dowódców - organizatorów.

Oficer, podoficer i szeregowiec wojsk łączności muszą umieć dobrze wykorzystać posiadane wiadomości w praktyce. Muszą chętnie nabywać wiadomości techniczne, które są przecież związane z ich służbą i przy tym są ciekawe — choćby radio.

Ukończenie kursu technicznego nie uprawnia do zaprzestania nauki a jest tylko podstawą do dalszych studiów.

Przy stałym odświeżaniu i uzupełnianiu wiadomości z zakresu wiedzy technicznej dla potrzeb służby łączności — może ona stanąć na należytym poziomie.

Chcę jeszcze zwrócić uwagę na jeden szczegół w odniesieniu do służby łączności. Nie powinno się zapominać o tym, że sieć łączności służy zasadniczo wojskom operującym. Toteż wykorzystywanie jej przez żołnierzy wojsk łączności dla własnych potrzeb musi być ograniczone do wypadków koniecznych i to w momentach przede wszystkim „ciszy bojowej“, a dyscyplina ruchu na sieci winna stać na najwyższym poziomie.

Są dwie ery — pokoju i wojny. Tak w jednej jak i w drugiej wymagania stawiane łączności są wysokie i bezwzględne. Sieć telegraficzna i telefoniczna musi żyć, sygnały radiowe muszą lecieć w przestrzeń. One są niezbędnym łącznikiem, one pokonują przestrzeń w błyskawicznym tempie, od nich w wielu wypadkach zależy powodzenie akcji, los ludzi — toteż praca żołnierza wojsk łączności musi być wytrwała i ofiarna.

Ppłk MATKOWSKI BAZYLI

NIEKTÓRE WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE UŻYCIA WAŻNIEJSZYCH ŚRODKÓW ŁĄCZNOŚCI W ZIMIE

Zbliża się okres szkolenia wojsk w zimie. Okres ten należy wykorzystać na doszkolenie oddziałów w gotowości bojowej przeprowadzając cały szereg zajęć lub ćwiczeń w polu. Celem tych ćwiczeń powinno być zaprawienie oddziałów łączności w działaniach bojowych oraz w sposobach użycia sprzętu łączności w różnych sytuacjach bojowych w warunkach zimowych. Zajęciom praktycznym lub ćwiczeniom polowym w zimie powinny oddziały łączności poświęcić sporo czasu, wychodząc w pole ze sprzętem łączności bez względu na niesprzyjającą pogodę. Przebywanie pododdziałów łączności w zimie wyłącznie w ciepłych klasach — jest niedopuszczalne; nie pozwoli to na zahartowanie żołnierza i przyuczenie go do pracy w warunkach zimowych. W rezultacie nie będzie przygotowany i nie potrafi wypełnić powierzonych mu zadań bojowych w zimie.

Nie da się zaprzeczyć, że przeprowadzenie zajęć czy ćwiczeń w polu zimą związane jest często z dużymi trudnościami, jakie nastręczają ciężkie warunki atmosferyczne, przede wszystkim odnośnie umiejętności posługiwania się i wykorzystania środków łączności w tych warunkach. Sposoby pokonywania tych trudności podają właściwe instrukcje lub regulaminy. Brak ich w języku polskim skłonił mnie do tego, by w niniejszym artykule omówić pokrótce najważniejsze zagadnienia o użyciu środków łączności na praktycznych zajęciach lub ćwiczeniach w polu w zimie i choćby w skromnej mierze pomóc tą drogą naszym łącznościowcom w czekającej ich pracy w okresie zimowym.

Ujęcie całokształtu tego zagadnienia w odniesieniu do wszystkich środków łączności w ramach jednego artykułu — przekracza granice możliwości. Z tego względu poruszę tylko niektóre z nich, dotyczące eksploatowania najbardziej rozpo-

wszechnionych i najczęściej stosowanych środków łączności, tzn. przenośnych radiostacyj małej mocy i aparatury telefonicznej.

Radiostacje typu przenośnego

Objawem charakterystycznym a zarazem korzystnym dla eksploatacji radiowych środków łączności w zimie jest wybitne zmniejszenie się przeszkód atmosferycznych a w związku z tym wzmożenie się siły odbioru i pewne zwiększenie zasięgu radiostacyj. Jednak obniżenie temperatury, czasem nawet bardzo znaczne w tej porze roku, wpływa bezpośrednio ujemnie na aparaturę radiostacyj zagrażając nawet utratą łączności względnie niemożnością nawiązania i prowadzenia jej. Można temu zapobiec zachowując pewne ostrożności, przede wszystkim przez zapewnienie właściwych warunków cieplnych dla samej radiostacji, jej źródeł prądu i motorów. Niska temperatura wywołuje w radiostacji najczęściej następujące niekorzystne objawy:

a) Silne ochłodzenie aparatury powoduje mechaniczną deformację jej części konstrukcyjnych (kurczenie się), w tym: cewek samoindukcji w obwodach, kondensatorów itp., co pociąga za sobą zmianę ich właściwości elektromagnetycznych i elektrycznych. Wywołuje to częściowe rozstrojenie radiostacji, a więc obniża dokładność skalowania.

b) Ogrzanie ochłodzonej aparatury czy to przez umieszczenie jej w ciepłym pomieszczeniu, czy na skutek pracy radiostacji — wywołuje kondensację wody na jej chłodnych częściach i obwodach z prądem. Osiadłe krople skondensowanej wody pogarszają stan izolacji tych części lub obwodów, co w radiostacjach o małej mocy prowadzi do zaburzeń w normalnej pracy.

Uniknięcie tych szkodliwych wpływów jest możliwe tylko pod warunkiem zachowania następujących środków zapobiegawczych:

1) Należy starać się usilnie o to, by aparaturę radiostacji umieszczać w ogrzanych ziemiankach lub schronach. Jeżeli pozwalają na to warunki, należy ustawić ją w domach o ogrzewanych pomieszczeniach. Należy jednak mieć na uwadze, że praca przy użyciu anteny prętowej wymaga, by dom był drewniany i miał pokrycie drewniane lub dachówkowe. Łączność przy użyciu anteny prętowej wewnątrz domów żelbetonowych lub krytych blachą znacznie się pogarsza a może nawet zupełnie zniknąć a więc zamiast anteny prętowej należy stosować antenę zewnętrzną.

2) Pracując z konieczności w otwartym polu lub w nieogrzewanym schronie, należy podkładać pod aparaturę chrust,

słomę, płótno namiotowe itp., poza tym skrzynkę odbiorczo-nadawczą radiostacji ustawiać zawsze na skrzynce zasilania. Zapobiega się przez to przedostawaniu wody lub śniegu do wnętrza aparatury. W czasie niepogody należy osłaniać całą aparaturę by nie zamokła od śniegu lub deszczu ze śniegiem. W razie potrzeby należy otoczyć miejsce ustawienia aparatury rowkiem odwadniającym.

3) Wnoszenie aparatury do ciepłych pomieszczeń lub nagrzewanie jej u ogniska podczas niedługich przerw w pracy — nie jest wskazane. Pociąga to za sobą „pocenie“ skrzynki odbiorczo-nadawczej, zarówno wewnątrz jak i zewnątrz. Jeżeli chodzi o skrzynkę zasilania, sprawa przedstawia się odwrotnie. Należy korzystać z każdej okazji pozwalającej na ogrzanie skrzynki zasilenia w ciepłym pomieszczeniu lub u ogniska (z zachowaniem ostrożności), ponieważ podnosi to sprawność działania źródeł prądu.

4) Radiostację, która przebywała przez dłuższy czas na mrozie, można wnieść do ciepłego pomieszczenia tylko pod tym warunkiem, gdy dysponuje się dostatecznie długim czasem dla nagrzania i wysuszenia jej jeszcze przed użyciem aparatu do pracy. Należy postawić ją wtedy w suchym miejscu i dać jej „odtajać“, po czym wyciera się ją z zewnątrz do sucha z osiadłej na niej skroplonej pary wodnej. Następnie ustawia się ją w ciepłym i suchym miejscu, by wyschła od wewnątrz.

Czas suszenia — zależy od warunków i musi wynosić co najmniej 2—3 godziny.

5) Oziębienie aparatury na mrozie wywołuje w odniesieniu do nadajników zmianę częstotliwości promieniowanej fali w stosunku do częstotliwości nominalnej, odpowiadającej danej działce skali, w kierunku zwiększenia długości fali. W odniesieniu do odbiorników strojąc je na daną kreskę skali stroimy również na falę dłuższą. Odchylenia te mogą wynosić łącznie 3 do 4 fal numerowych i trzeba to brać pod uwagę. Po powrocie aparatury do normalnego stanu nagrzania — działki skali odpowiadają właściwej częstotliwości sygnałów wysyłanych lub odbieranych (nominalnym).

6) Oziębione do niskiej temperatury ogumowane kable zasilające i połączeniowe radiostacji stają się twarde i kruche. Należy wystrzegać się nieoględnego i gwałtownego wyginania lub skręcania ich, bo powłoka gumowa łatwo pęka.

7) Przy pracy fonią na mrozie łatwo o zwilgotnienie i zamarzanie proszku węglowego wkładki mikrofonowej. Sprzyja temu wydychanie powietrza na membranę w czasie mówienia

do mikrofonu. Mikrofon może z tego powodu przestać działać. Zapobiega się temu przez:

a) trzymanie mikrotelefonu w takiej pozycji, by wydychany strumień powietrza nie trafiał w otwór mikrofonu;

b) okresowe potrząsanie mikrofonem;

c) wytarcie mikrofonu do sucha po ukończonej pracy i przechowywanie wkładki mikrofonowej oddzielnie w kieszeni lub pod bluzą na tyle ostrożnie, by nie uszkodzić membrany.

8) Podczas pracy kluczem należy osłaniać koniecznie klucz przed śniegiem, deszczem lub przed osiadaniem wilgoci — oblodzenie lub zamoknięcie kontaktów klucza powoduje zaburzenie w prawidłowym działaniu nadajnika.

9) Silne mrozy powodują w słuchawkach telefonicznych zbyt silne zbliżenie membrany do rdzeni elektromagnesów, wskutek tego membrana może „tłuc" o nie; objaw ten usuwa się przez umieszczenie dodatkowego pierścienia między membraną a jej oparciem, dla powiększenia szczeliny między nią a elektromagnesami słuchawki — czasem wystarczy niewielkie odkręcenie samej muszelki słuchawki.

Aparatura telefoniczna

Mróz i śnieg lub zapocenie wywierają szkodliwy wpływ również na aparaturę telefoniczną. Wymaga to, podobnie jak przy sprzęcie radiowym — by koniecznie przestrzegać przepisów o zapobieganiu tym niepożądanym wpływom.

Długotrwała praca na silnym mrozie i gwałtowne zmiany temperatury obniżają jakość działania aparatury a czasem wręcz uniemożliwiają działanie niektórych jej części. Należą do nich przede wszystkim mikrofon, induktor i źródła prądu (ogniwa).

By zapewnić normalne działanie aparatury telefonicznej w warunkach zimowych należy kierować się następującymi zasadami:

Praca w otwartym polu

1) Nie stawiać aparatu wprost na śniegu lecz na podściółce z chrustu, słomy, płótna namiotowego itp.

2) Przykrywę skrzynki telefonicznej należy bezwzględnie mieć stale zamkniętą.

3) Nie pozwalać, by mikrotelefon lub sznur mikrotelefonu leżały bezpośrednio na śniegu.

4) Chronić aparat przed zmarznięciem wszelkimi możliwymi sposobami. Owijać go płótnem nieprzemakalnym (brezent). namiotem, przykrywać połą płaszcza i to zarówno w czasie pracy jak i podczas transportu (przenoszenia lub przewożenia).

5) Podczas bardzo silnego mrozu (poniżej —25°C) wskazane jest, przy braku innych środków ogrzania aparatu, wyjąć zeń ogniwa i umieścić je u siebie w kieszeniach przyłączając ogniwa do właściwych zacisków aparatu odpowiednio długimi przewodnikami.

6) Przedmuchiwać mikrofon jak najrzadziej, by nie przyśpieszać oblodzenia go.

7) Przy dobrej słyszalności przekazywanej rozmowy (krótka linia) trzymać mikrofon z daleka od ust (w odległości 2 — 3 grubości palca, wyżej lub niżej ust). Zmniejsza to osiadanie skroplonej pary wodnej, zawartej w wydechiwanym powietrzu i zmniejsza możliwości oblodzenia mikrofonu.

8) Łożyska induktora aparatu telefonicznego należy w czasie silnych mrozów smarować specjalnym smarem niezamarzającym. Zwykły smar gęstnieje już zbytnio w temperaturze minus 15°C i niższej, co utrudnia obracanie wirnika induktora. Smarowanie łożysk smarem odpornym na mróz należy przeprowadzić zawczasu — przed wyjściem w pole.

W n o s z ą c z m a r z n i ę t y a p a r a t d o c i e p ł e g o p o m i e s z c z e n i a — n a l e ż y:

1) Unikać wnoszenia aparatu od razu do nagrzanego lokalu. Gdy czas na to pozwala, należy aparat przetrzymać uprzednio co najmniej kilkanaście minut w pomieszczeniu o temperaturze pośredniej (sień, korytarz, wejście do schronu itp.).

2) Osiadającą na aparacie skroploną parę wodną należy ścierać suchą szmatką od zewnątrz i, o ile się da, od wewnątrz kilkakrotnie; czynność tę powtarzać tak długo, jak długo woda osiada jeszcze na aparacie. Przyśpieszanie ogrzania aparatu i jego obeschnięcia przez ustawienie go blisko rozgrzanego pieca — jest zabronione.

3) Wycierać aparaty do sucha szmatką 1—2 razy dziennie w wypadkach gdy ustawione są w wilgotnych i zimnych schronach; zapobiega to nasiąknięciu aparatu wilgocią i utlenianiu się (oksydacji) części metalowych.

4) Poleca się usuwać odgromniki z aparatu na okres zimy. Są one w tym okresie zbędne a gdy ulegną zapoceniu często powodują zwarcie zacisków liniowych.

Ochrona mikrofonu i ogniw przed skutkami mrozu wymaga specjalnych środków zapobiegawczych — należy:

1) Stosować w miarę posiadanego zapasu wkładki mikrofonowe posiadające osłonną siatkę (w rodzaju sitka blaszanego) i przesłonę ze staniolu.

2) Zwykłe wkładki nieposiadające tych osłon chronić od wpływu wilgoci za pomocą przesłon z folii lub z miki, wykonanych we własnym zakresie. Przesłonę z folii wkłada się między wkładkę mikrofonową a muszlę mikrofonu. Przesłonę z miki wkłada się między membranę węglową a ustalający ją pierścień. Silnie oblodzoną przesłonę z folii zmniejszającą donośność rozmowy należy wymienić na suchą (zapasową).

3) Prócz wymienionych środków zapobiegawczych, a tym bardziej, gdy nie wszystkie mogły być zastosowane, nakładać na mikrofon—specjalny sukienny lub wełniany kaptur ochronny. Przy braku tegoż owija się mikrofon gazą lub przykrywa się sitko muszli mikrofonowej cienką warstwą waty (1—2 mm), umocowując je w jakikolwiek dogodny sposób. Oblodzoną watę lub gazę — zamienia się na suchą.

4) W czasie dużych mrozów stosować w aparatach specjalne ogniwa odporne na mróz, niezamarzające nawet w temperaturze minus 50°C. Ogniwa tego typu sowieckiej produkcji posiadają na etykiecie znak X i Y (chołodostojkije, uniwersalnyje).

5) Ogniwa mokre zalewać specjalnym odpornym na mróz elektrolitem, który zapewnia działanie ogniw w temperaturze do —40°C. Zalewać takim elektrolitem należy tylko ogniwa nowe i jeszcze niezalewane wodą. Samo zalewanie przeprowadza się podobnie jak przy stosowaniu wody.

Zwykłe ogniwa przy spadku temperatury do —18°C i niżej utrzymywać w ciepłym stanie dowolnymi sposobami. Osiąga się to, poza podanymi już zasadami, owijaniem ogniw kilkoma warstwami papieru, chowaniem ich do sukiennych lub wojłokowych pokrowców itp.

Podane wyżej zasady odnoszą się również do łącznic wszelkich typów. Ze względu na dużą ich wartość oraz bardziej skomplikowany układ połączeń warunki pracy łącznic muszą być znacznie lepsze, toteż w czasie przeprowadzania ćwiczeń polowych należy koniecznie umieszczać je w ogrzewanych lokalach.

Kilka uwag o zakładaniu uziemień

Sprawne działanie aparatów telefonicznych (przy liniach jednoprzewodowych) oraz central telefonicznych w ogóle w znacznej mierze zależy od dobrze wykonanych uziemień.

Przy posługiwaniu się aparaturą telefoniczną w zimie należy sprawie uziemienia poświęcić szczególną uwagę. Przestrzegając dokładnie ogólne zasady o sporządzaniu uziemień w porze zimowej — należy koniecznie mieć na uwadze, że zmarznięty grunt jest złym przewodnikiem prądu elektrycznego i podczas silnych mrozów może stać się zupełnie nieprzewodzący. Z tego względu należy wykonywać uziemienia w zimie w takich miejscach, w których grunt w ogóle nie zamarza lub zamarza tylko nieznacznie. Nadają się do tego celu piwnice lub sutereny, ciepłe stodoły, ziemianki, schrony, zbiorniki wody, błota niezamarzające itp.

Przy braku takich warunków terenowych elementy uziemiające, kołki żelazne, kawałki blachy itp. należy koniecznie zakopywać w ziemię poniżej strefy jej zamarzania. Rozkopane w tym celu miejsca należy, po założeniu uziemienia i zasypaniu, zabezpieczyć przed zamarznięciem przykrywając je nawozem, słomą itp.

Niniejszy artykuł zawiera w skrócie niektóre najważniejsze wiadomości o pielęgnowaniu radiowego i telefonicznego sprzętu łączności w zimie, z uwzględnieniem doświadczeń nabytych w ubiegłej wojnie.

Warunki atmosferyczne Polski w okresie zimy są na ogół niezbyt surowe. Spadanie temperatury poniżej dwudziestu kilku stopni zdarza się dość rzadko i nie wszystkie z podanych wskazówek będą wymagały stałego uwzględniania. Mimo to, każdy oficer-łącznościowiec musi znać zasadnicze reguły obchodzenia się i użycia sprzętu łączności w zimie i uczyć tego swych podwładnych. Szczególnie potrzebne jest to wychowankom Ofic. Szkoły Łączności — przyszłym oficerom.

Przez praktyczne zastosowanie powyższych wskazówek w warunkach zimowych osiągnie się podwójny cel:

a) ułatwi i zapewni działanie łączności;

b) zapobiegnie przedwczesnemu zepsuciu i zużyciu sprzętu.

Należy nadmienić, że sprzęt łączności jest cząstką mienia narodowego i naszą wspólną własnością. Odnoszenie się doń z należytą troskliwością oraz strzeżenie go, jak źrenicy oka, przed zniszczeniem — jest obowiązkiem każdego łącznościowca.

Kpt. NIKOSIEWICZ ZACHARIASZ

WYCHOWANIE I WYSZKOLENIE TELEFONISTY

Sprawa racjonalnego szkolenia telefonistów zasługuje na to, by coraz bardziej wysuwać ją na czoło zagadnień przygotowania żołnierzy łączności do pracy w polu.

Służba ruchu jest jednym z filarów, na którym opiera się wartość dobrego żołnierza łączności. Telefonista niejako reprezentuje pracę oddziału łączności wobec obsługiwanego dowództwa. Na nic nie zdadzą się najlepiej i najszybciej wybudowane połączenia, jeśli ruch telefoniczny będzie wykazywał usterki. Dowódca nie oceni dodatnio pracy oddziału łączności, jeśli nie będzie dobrze obsłużony przez telefonistę.

Jaki powinien więc być d o b r y telefonista aby mógł wypełnić swą wyjątkowo odpowiedzialną jak na szeregowca rolę?

Na pierwszym miejscu należałoby postawić zasadę: t e l e f o n i s t a n i e p o w i n i e n b y ć b e z d u s z n y m a u t o m a t e m. Zachodzi bowiem zasadnicza różnica między zadaniem telefonisty(istki) obsługującego „cywilną" (pocztową) centralę a rolą żołnierza łączności spełniającego czynność analogiczną — lecz tylko pod względem technicznym. O ile obsługę centrali miejskiej czy nawet międzymiastowej można, a nawet najczęściej t r z e b a zastąpić znacznie sprawniej pracującym automatem, o tyle nie można tego uczynić w odniesieniu do stacyj telefonicznych obsługujących „nerwy" oddziałów walczących. Pominąć tu należy pewne trudności techniczne, które rzecz prosta istnieją, lecz mogłyby być przy obecnym stanie techniki na pewno pokonane. Chodzi tu o co innego; nerwy muszą być żywe, gdyż są przedłużeniem żywego mózgu dowódcy. Najidealniejszy pod względem technicznym automat nie zastąpi człowieka.

Maszyna wykona tylko pracę, do której została obliczona i przeznaczona.

Człowiek pracujący jak automat będzie zawsze gorszy od automatu. Ale człowiek ożywiony duchem może dać z siebie znacznie więcej. Jego ruchy powinny być zautomatyzowane i doprowadzone do perfekcji ale prócz tego powinien przewyższać automat jako istota myśląca i przeniknięta wolą nawiązania łączności za wszelką cenę. Dla nawiązania jej użyje dróg okrężnych i sposobów, których nie osiągnie automat.

Musimy postawić sobie jako cel wyszkolenia: ożywienie duchem pracy telefonisty. Zmierza zresztą do tego całokształt wychowania żołnierskiego, którego linie wytyczne obowiązują całe wojsko.

Chodzi tylko o to jak zrealizować to wychowanie telefonisty. Oto problem zdaje się najważniejszy — związać wyszkolenie oparte na obowiązującym regulaminie ruchu telefonicznego z pracą wychowawczą, uważaną nie jako coś odmiennego od codziennego życia lecz pojętą jako praca ściśle związana z określonymi czynnościami przy obsłudze. Trzeba ożywić suche paragrafy regulaminu ucząc żołnierza inteligentnej i wnikliwej pracy. Wpajać, że ma on dać z siebie więcej niż wymaga przepis, że jego praca aczkolwiek mało efektowna jest wyjątkowo ważna i tak samo zaszczytna, jak bezpośredni udział w walce z bronią w ręku. Telefonista musi odczuwać, że jest członkiem wielkiego i skomplikowanego aparatu dowodzenia, od którego sprawności zależy kierowanie wojskiem, działaniami wojennymi i życie wielu towarzyszów broni. Świadomość wyjątkowego zaszczytu bezpośredniej jakby współpracy z dowódcą, który obdarza żołnierza łączności wielkim zaufaniem polecając mu przekazywanie ustnych rozkazów i wiadomości — musi być wpajana stale przez instruktorów. Powinno to być przedmiotem wielu pogadanek wychowawczych ilustrowanych bogatymi przykładami z wojny (myślę, że nie trudno będzie przykłady takie znaleźć w historii własnych lub obcych formacyj łączności), może nawet należałoby przykłady takie zebrać i ogłosić drukiem.

Z drugiej zaś strony praca nad wychowaniem telefonisty nie da się pomyśleć bez współdziałania ze strony oficerów korzystających z sieci telefonicznej tak podczas ćwiczeń, jak i w codziennym życiu garnizonowym. Próżne będą bowiem wysiłki instruktorów, gdy praca telefonisty zostanie niewłaściwie zrozumiana przez zespół, dla którego on pracuje.

Nerwowe, lekceważące i niezgodne z przepisami traktowanie żołnierza - telefonisty zniweczy pracę wychowawczą. Telefonista musi odczuć, że i w praktyce praca jego jest doceniana, że on rzeczywiście jest potrzebny. Oczywiście musimy

sami dołożyć wszelkich starań, aby telefonista przez nas szkolony zasługiwał w pełni na właściwe traktowanie. Dlatego też w istniejących sieciach garnizonowych obsługiwanych przez personel wojskowy konieczny jest bardzo staranny nadzór nad pracą telefonisty, którą należy w tym wypadku traktować jako dalszy ciąg szkolenia.

Brak nadzoru może tu bowiem wyrządzić podwójną szkodę: przekreślić poprzednie szkolenie oraz wyrobić u oficerów korzystających z sieci wojskowej złą opinię o jej obsłudze.

Złe zwyczaje zakorzenione podczas pracy w garnizonie potęgują się po wyjściu w pole.

Na zakończenie tych kilku uwag o wychowaniu telefonicznym należy podkreślić, że dyskusja w tej sprawie jest konieczna i może być pożyteczna.

Mjr inż. ŻEREBCOW JAN

O PRAWIDŁOWYM NAUCZANIU ELEKTROTECHNIKI CELEM WYSZKOLENIA SPECJALISTÓW WOJSK ŁĄCZNOŚCI

We wszystkich współczesnych armiach łączność przewodowa a głównie łączność radiowa stanowią podstawowe środki kierowania wojskami. Niezawodna praca łączności radiowej i przewodowej zależy w głównej mierze od tego jak ludzie łącznością kierują i jak obsługują oraz remontują powierzoną im aparaturę. Dlatego też szkolenie kadr oficersk ch, podoficerskich i szeregowych dla służby łączności powinno być postawione na wysokim poziomie.

Wiadomości teoretyczne i praktyka dla różnych rodzajów łączności różnią się rozmiarem zakresu lecz podstawy ogólne są dla wszystkich tych rodzajów jednakowo ważne.

Każdy łącznościowiec powinien wszechstronnie znać aparaturę, doskonale nią posługiwać się a także w razie potrzeby umieć ją naprawić.

Sprostać tym zadaniom może tylko specjalista posiadający dostateczne wiadomości teoretyczne i przygotowanie praktyczne.

W artykule tym rozpatrzone będą zagadnienia nauczania łącznościowców elektrotechniki, przy czym nauczanie to ma duże znaczenie nie tylko dla oficerskich i podoficerskich szkół łączności, lecz i dla przygotowania szeregowych oraz dla szkół innych rodzajów broni, w których kształci się kadry specjalistów służby łączności, a szczególnie łączności radiowej (np. szkoły lotnicze, broni pancernej i inne).

1. Główne zadanie nauczania i metodyka przeprowadzania zajęć teoretycznych

Prawidłowe nauczanie elektrotechniki posiada wyjątkowo duże znaczenie dla późniejszego pozytywnego nauczania radiotechniki i łączności przewodowej zwłaszcza wtedy, gdy ogólne

przygotowanie uczących się jest niedostateczne. Brak poświęcenia należytej uwagi nauczaniu elektrotechniki pociąga za sobą złe postępy z radiotechniki, telefonii i telegrafii.

Zupełnie błędne jest nauczanie elektrotechniki ograniczające się tylko do wypisywania kredą wywodów na tablicy. Nie wolno zapominać, że w nauczaniu elektrotechniki uczący się muszą nie tylko opanować teoretycznie główne prawa, określenia jednostek, pracę przyrządów elektrycznych, lecz jednocześnie powinni posiąść praktykę przy łączeniu obwodów, w załączaniu i eksploatacji źródeł prądu, w obchodzeniu się z przyrządami pomiarowymi na różne zakresy oraz w mierzeniu napięcia, natężenia prądu i oporności.

Praktyczne nauczanie powinno stać na tym samym poziomie, co teoretyczne. Zasadniczo ilość godzin poświęconych zajęciom praktycznym powinna wynosić co najmniej 30% ogólnej ilości godzin nauczania.

W programie nauczania należy na pierwszym miejscu uwzględnić technikę wojskową. Z rozdziałów elektrotechniki niezwiązanych bezpośrednio z łącznością przewodową lub radiową a dotyczących np. prądnic i silników prądu zmiennego, prądu trójfazowego itp. należy brać co najistotniejsze a w razie braku czasu można je zupełnie opuścić. Specjalną uwagę należy zwrócić na wszystkie źródła prądu używane w wojskowych radiostacjach, urządzeniach telefonicznych, telegraficznych oraz w warsztatach i ładowniach akumulatorów. Rozdziały o akumulatorach, suchych ogniwach i bateriach oraz przetwornicach i prądnicach prądu stałego należy potraktować szeroko i przerabiać je starannie i dokładnie.

Zagłębianie się — przy nauczaniu prądu zmiennego — w matematyczne prawa i wzory, przy niedostatecznym przygotowaniu uczących się, nie jest godne polecania, ponieważ przyswajają je z dużymi trudnościami. W tym wypadku dokładne przerabianie radiotechniki, telefonii i telegrafii może się odbywać bez pomocy tych wzorów, przy czym można z powodzeniem ograniczyć się do podania zależności między częstotliwością i okresem, amplitudą i wartością skuteczną prądu oraz wzorów na oporność pojemnościową i indukcyjną.

Podstawy teoretyczne należy koniecznie łączyć z rozwiązywaniem zadań. Treść ich powinna stanowić tematy wzięte z praktyki z dziedziny łączności wojskowej. Zadania liczbowe powinny łączyć się z kreśleniem układów połączeń. Bardzo pożyteczne są zadania praktyczne polegające na zestawianiu układów połączeń.

Wykładowca powinien bardzo dokładnie i starannie przygotować się do zajęć. Doświadczony wykładowca powinien posiadać dokładny plan zajęcia, początkujący zaś wykładowca musi zestawiać drobiazgowy konspekt wykładu. W konspekcie tym powinny znajdować się wszystkie schematy i rysunki oraz określenia i sformułowania zjawisk i praw, które uczący się muszą przerysowywać i zanotować w swych zeszytach.

Wszystkie doświadczenia i pokazy wchodzące w treść danego wykładu powinny być przygotowane zawczasu. Teoretyczny materiał wykładu musi być koniecznie połączony z przykładami praktycznego zastosowania tej teorii. Nie można uważać za pełnowartościowe zajęcia zawierające tylko suchą teorię. Zajęcia takie są zawsze nieinteresujące i nieprzystępne.

Teoria powinna być przeplatana praktyką. Na przykład przy przerabianiu elektromagnetyzmu należy podać istniejące w tej dziedzinie zastosowania a więc: rozpatrzyć działanie dzwonka elektrycznego, brzęczyka, przekaźnika, elektromagnetycznych i magnetoelektrycznych przyrządów pomiarowych, zasadę działania silnika elektrycznego oraz telegraficznego aparatu Morse'a.

Przy rozpatrywaniu indukcji elektromagetycznej należy objaśnić zasadę budowy i pracy induktora (magneto), prądnicy, transformatora (cewki indukcyjnej), słuchawki. Wszystkie te przykłady podaje się krótko mając na uwadze, że będą one omówione jeszcze raz. Mianowicie: silniki, prądnice, przyrządy pomiarowe będą przerabiane w specjalnych rozdziałach kursu elektrotechniki, słuchawka zaś, brzęczyk, dzwonek, induktor, aparat Morse'a — w kursie telefonii, telegrafii itd.

Zajęcie teoretyczne powinno rozpocząć się od przepytania wychowanka z materiału przerobionego na poprzednich zajęciach, zwłaszcza zaś z zagadnień potrzebnych do zrozumienia bieżącej lekcji. Pytania powinny być stawiane całej klasie, przy czym należy się upewnić, że są przez wszystkich zrozumiane.

Stawianie pytań całej klasie zmusza wszystkich do samodzielnego myślenia. Po upływie 2 — 3 minut, które daje się do namysłu, wywołuje się któregoś z wychowanków, by odpowiedział na postawione pytanie.

Nowy materiał należy przerabiać bez pośpiechu przeplatając objaśnienia dyktowaniem główniejszych określeń. Rysunki i schematy, które mają być przerysowane do notatek powinny być wykonane na tablicy przejrzyście i starannie. Sformułowanie dyktowanego tekstu powinno być przemyślane, zwięzłe i zawierać tylko najważniejszy, niezbędny materiał. Pożądane jest, aby

wykładowca zwracał uwagę na sposób prowadzenia notatek, przeglądając je i dając wskazówki jak należy prowadzić je prawidłowo.

Aby wykładowca miał pewność, że jego objaśnienia są należycie zrozumiane, powinien pozwalać wychowankom na zadawanie pytań już w trakcie lekcji.

Pożyteczne jest również, gdy wykładowca zadaje w czasie lekcji pytania, a zadanie kilku pytań pod koniec lekcji jest obowiązkiem. Orientuje to wykładowcę o stopniu skorzystania przez wychowanków z jego wykładu.

Rozwiązywanie zadań przeprowadza się dwoma sposobami. Pierwszy polega na tym, że wywołuje się jednego z wychowanków do tablicy. Wówczas większość klasy ogranicza się przeważnie do spisywania rozwiązania z tablicy nie starając się rozwiązać zadania samodzielnie. Dlatego też lepiej jest użyć drugiego sposobu, tj. zmusić do jednoczesnego rozwiązywania całą klasę uprzedzając, że po upływie 5—10—15 minut (zależnie od trudności zadania) jeden z wychowanków zostanie wywołany do tablicy. Podczas odpowiedzi przy tablicy należy wymagać, aby wszystkie wykresy, schematy rysowane były starannie. W obliczeniach muszą być podane wzory ogólne. Pożądane jest, aby uczący się posiadali oddzielne zeszyty dla rozwiązywania zadań.

W końcu zajęcia teoretycznego należy obowiązkowo udzielić wskazówek dla nauki własnej a więc podkreślić ważniejsze miejsca w teorii, wymagające powtórzenia i nauczania się ich na pamięć oraz podyktować zadania do rozwiązania.

Specjalną troskliwością należy otoczyć nie nadążających za materiałem. Od pierwszych już zajęć należy dać im do pomocy zdolniejszych towarzyszy, by przeprowadzali z nimi dodatkowe zajęcia w czasie nauki własnej lub, o ile zajdzie potrzeba nawet w czasie odpoczynku. Stwierdzono już niejednokrotnie, że nawet słabo przygotowani, o ile w pracy wykazują zainteresowanie, chęć i upór, w końcu podciągają się i nadążają za wszystkimi.

By uzyskać w klasie jak największą liczbę celujących, daje się dobrze uczącym wychowankom dodatkowe zajęcia pogłębiające ich wiadomości.

Dla kontroli przyswojonych wiadomości należy nie tylko pytać uczących się podczas każdej lekcji, nie wyłączając zajęć praktycznych, lecz urządzać kontrolne prace piśmienne polegające na rozwiązywaniu zadań liczbowych, kreśleniu schematów i dawaniu odpowiedzi na pytania z teorii. Poza tym należy przeprowadzać egzaminy po ukończeniu każdego większego rozdziału

(np. po rozdziale z prądu stałego, zmiennego, źródeł prądu itp). Prace kontrolne i egzaminy powinny być oczywiście zorganizowane tak, aby była wykluczona jakakolwiek możliwość podpowiadania i spisywania rozwiązań od sąsiadów. Tematy siedzących obok siebie powinny być różne.

Do bardzo cennych należą tzw. zajęcia instruktorsko-metodyczne. Polegają one na tym, że wszyscy wychowankowie przygotowują się do samodzielnego prowadzenia zajęcia na uprzednio zadany temat. Każdy z nich powinien opracować szczegółowy konspekt tego zajęcia, przygotować zadania, przemyśleć sformułowanie określeń, które będzie dyktował, rysunki i wykresy. Jednym słowem każdy z wychowanków przygotowuje się na wyznaczony dzień do przeprowadzenia zajęcia jako wykładowca. Jeżeli prowadzi on zajęcie niezadawalająco, wówczas wywołuje się drugiego. Po ukończeniu poddaje się wykładających wychowanków krytyce, w której klasa ma prawo wypowiedzieć swe uwagi o jakości przeprowadzonego zajęcia. Ocena zajęcia przeprowadzonego przez wychowanka, występującego w roli instruktora, należy do wykładowcy, który wygłasza przy tym swe uwagi.

Pożądane jest, by w ciągu całego kursu elektrotechniki przeprowadzić kilka takich zajęć instruktorsko-metodycznych.

Planowanie zajęć teoretycznych z elektrotechniki powinno być takie, aby zajęcia te, wymagające znacznego wysiłku umysłowego, odbywały się zawsze w pierwszych rannych godzinach. Planowanie tych zajęć na ostatnie godziny, zwłaszcza gdy uprzednio odbywały się zajęcia polowe, np. taktyka, musztra lub strzelanie — jest zupełnie niedopuszczalne.

2. Organizacja zajęć praktycznych

Rozpatrzmy bardziej drobiazgowo organizację i sposób przeprowadzania zajęć praktycznych, grających zawsze bardzo poważną rolę w nauczaniu elektrotechniki.

Brak specjalnych przyrządów nie może być przyczyną do zaniedbania zajęć praktycznych.

W każdej wojskowej jednostce łączności są źródła prądu w postaci ogniw, akumulatorów i przetwornic. Zawsze znajdą się również przenośne woltomierze, induktory, lampki wskaźnikowe i oświetleniowe, słuchawki, mikrofony, brzęczyki, kondensatory, transformatory, opory, dławiki, przekaźniki i inne części aparatów telefonicznych i radiostacyj. Brak fabrycznych oporników można zastąpić w prosty sposób, wykonując je prowizo-

rycznie z drutu żelaznego lub stalowego, zużywając na to np. żyłę stalową starego kabla telefonicznego. Krótkie odcinki przewodników nadających się do połączeń znajdą się na pewno w dostatecznej ilości, tak że zasadniczo wszelkie części, przyrządy i materiały nadają się do tego, by z powodzeniem wykorzystać je dla zajęć praktycznych.

Pożądane jest, by zajęcie praktyczne następowało tuż po przejściu odpowiedniego działu teorii. Powinni je przerabiać wszyscy jednocześnie. Przy braku odpowiedniej ilości przyrządów organizuje się zajęcia praktyczne według jednej z dwóch alternatyw.

Ćwiczenia praktyczne prowadzi się tylko z jedną połową plutonu, drugiej połowie pozwala się na naukę własną poświęconą powtarzaniu i opanowaniu przerobionego materiału. Pracę praktyczną dla tej połowy plutonu przerzuca się na najbliższą, wyznaczoną według programu, naukę własną. W ten sposób ilość potrzebnych przyrządów zmniejsza się do połowy.

Druga, gorsza metoda polega na tym, że rozbiwszy pluton na małe grupy po 2 — 3 ludzi wyznacza się im kilka różnych zadań. Po ukończeniu ich grupy wymieniają między sobą tematy i w ten sposób przerabiają kolejno każdy temat. Ten sposób wymaga uprzedniego przejścia znacznego materiału teoretycznego, dostatecznego dla opracowania kilku robót praktycznych.

Należy wziąć pod uwagę, że słabiej przygotowani często nie mogą zdążyć z zakończeniem pracy w ciągu lekcji. Trzeba dać im możność zakończenia ćwiczeń w czasie nauki własnej lub w czasie wolnym od zajęć. Dlatego też pożądane jest planowanie zajęć praktycznych na ostatnie godziny bezpośrednio przed nauką własną.

Liczebność grupy wyznaczonej do danego ćwiczenia praktycznego i jej skład posiadają duże znaczenie. W idealnym wypadku każdy wychowanek powinien przerabiać ćwiczenie pojedynczo. Przy braku aparatury i przyrządów tworzy się zwykle grupy po 2 — 3, w ostateczności nawet i 4 ludzi. Tworzenie większych grup nie daje żadnych korzyści. Grupy można kompletować z wychowanków o wyrównanym poziomie lub tak, aby w każdej grupie znalazł się jeden dobrze orientujący się — jako instruktor. Ten ostatni sposób kompletowania grup jest lepszy, ale tylko wtedy, gdy wykładowca przestrzega tej zasady, aby instruktorzy nie wykonywali zadania sami, lecz uważali i kierowali wykonaniem pracy przez ćwiczących. Ćwiczący muszą być uprzedzeni o temacie praktycznego zajęcia, by mogli przygotować się teoretycznie. Po rozdaniu tematów i przyrządów wykła-

dowca przestrzega przed przyłączaniem źródeł prądu bez kontroli poprawności zmontowania układu połączeń przez wykładowcę. Chodzi o to, aby uchronić przyrządy od uszkodzenia, które może się zdarzyć przy błędnym załączeniu. Należy przyzwyczaić słuchaczy, aby przed sprawdzeniem przez wykładowcę sami sprawdzali układ połączeń i usuwali znalezione błędy. Często brak jest wykwalifikowanych laborantów dla przygotowywania praktycznych zajęć. Ale i te trudności można ominąć. Wśród słuchaczy zawsze znajdą się tacy, którzy znają już elektrotechnikę i czyniący w nauce lepsze postępy i tych można z powodzeniem wykorzystać.

Podczas zajęcia praktycznego należy roztoczyć nad ćwiczącymi surową kontrolę co do sumienności i dokładności w pracy, pieczołowitego i ostrożnego obchodzenia się z powierzonymi sobie przyrządami.

Przytaczam w przybliżeniu wykaz najniezbędniejszych zajęć praktycznych z elektrotechniki:

1) Zestawienie najprostszego obwodu elektrycznego.
2) Prawo Ohma dla części obwodu.
3) Prawo Ohma dla całego obwodu (rola oporu wewnętrznego).
4) Zależność oporności przewodnika od jego długości, grubości, materiału i temperatury.
5) Szeregowe łączenie jednakowych i różnych oporności.
6) Równoległe łączenie jednakowych i różnych oporności — pierwsze prawo Kirchhoffa.
7) Mieszane łączenie oporności.
8) Regulacja napięcia za pomocą opornika redukcyjnego i potencjometru.
9) Różne sposoby łączenia bateryj i akumulatorów (szeregowo, równolegle i szeregowo-równolegle).
10) Cieplne działanie prądu (sprawdzenie prawa Joule'a-Lenza).
11) Budowa, działanie i włączanie bezpiecznika topikowego.
12) Własności stałych magnesów i pola magnetycznego.
13) Elektromagnes, dzwonek, brzęczyk, przekaźnik.
14) Indukcja elektromagnetyczna i induktor.
15) Mikrofon, słuchawka i transformator.
16) Ładowanie i rozładowanie kondensatorów.
17) Oporność pojemnościowa i różne sposoby łączenia kondensatorów.

18) Oporność indukcyjna i różne sposoby łączenia cewek.
19) Włączanie i rozruch przetwornicy.
20) Pomiar oporności metodą woltomierza i amperomierza.
21) Pomiar oporności metodą woltomierza.
22) Pomiar oporności ohmomierzem.
23) Ładowanie akumulatorów (przygotowywanie i zalewanie elektrolitu, łączenie i włączanie akumulatorów do ładowania).

Oczywiście, w zależności od kierunku i warunków nauczania a także od ilości przyrządów, ilość ćwiczeń może być skrócona lub rozszerzona. Zakres każdego ćwiczenia również może być większy lub mniejszy w zależności od celu nauczania i ogólnej ilości godzin przeznaczonych na elektrotechnikę. Np. przy szkoleniu oficerów radiotelegrafistów można ilość i tematy zajęć znacznie powiększyć a przy szkoleniu szeregowych telefonistów — należy program skrócić.

Wszystkie wyżej wymienione zajęcia są nader ważne dla późniejszego nauczania radiotechniki i łączności przewodowej oraz dają się przeprowadzić na najprostszych przyrządach i częściach. W wielu zajęciach przyrządy pomiarowe mogą być zastąpione lampkami wskaźnikowymi lub oświetleniowymi. Weźmy dla przykładu pracę nr 4, wymagającą — zdawałoby się — przyrządów pomiarowych a w rzeczywistości można się obejść bez nich. Zestawia się obwód z kilku ogniw i lampki wskaźnikowej. Szeregowo z lampką włącza się kolejno kawałki przewodników różnej długości, grubości i z różnego materiału (miedź, żelazo, stal, nikielina itd.). Po zmianach w świeceniu lampki można sądzić o zależności oporności od wymiarów i materiału przewodnika. Wpływ temperatury łatwo spostrzec nagrzewając żelazny lub stalowy drut w płomieniu. Również wiele innych zajęć można przeprowadzić bez lub z bardzo małą ilością najprostszych przyrządów pomiarowych.

Poważne znaczenie posiada zajęcie nr 23. Pożądane jest przeprowadzić je w formie dyżuru grupy uczących się (2 — 3 — 4 ludzi) w ładowni akumulatorów w ciągu kilku godzin albo nawet całej doby.

3. Pokazy i pomoce szkolne

Lekcje teoretyczne powinny być połączone z pokazami (doświadczeniami). Tematy pokazów mogą być takie same jak zajęć praktycznych, ale można je uzupełnić jeszcze całym szeregiem dodatkowych pokazów takich np. jak ogniwo Volty, chemiczne działanie prądu (elektroliza), praca prądnicy itd.

ARKUSZ POPRAWEK

do „Przeglądu Łączności" zeszyt 2

Strona	Wiersz	Liczony	Wydrukowano	Ma być	Uwaga
38	10	od dołu	literą φ	literą Φ	
39	20	„ góry	$\psi = \frac{Az}{R_m}$	$\Phi = \frac{Az}{R_m}$	(wzór 1)
40	1	„ dołu	$\psi = \frac{Az}{R_m} = \ldots$	$\Phi = \frac{Az}{R_m} = \ldots$	
41	4	„ góry	$\frac{\psi}{q} = \frac{Az}{l} \cdot \mu$	$\frac{\Phi}{q} = \frac{Az}{l} \cdot \mu$	(wzór 4)
41	5	„ „	ułamek $\frac{\psi}{q}$	ułamek $\frac{\Phi}{q}$	
41	15	„ „	$B = H \cdot n$	$B = H \cdot \mu$	(wzór 5)
41	19	„ „	$\psi = B \cdot q$ lub $\psi = H \cdot \mu \cdot q$	$\Phi = B \cdot q$ lub $\Phi = H \cdot \mu \cdot q$	(wzór 6)
43	13	„ „	W_1	w_1	
43	13	„ dołu	strumień magnetyczny ψ_z	strumień magnetyczny Φ_z	
45	17	„ „	impulsu prądowego i użyć	impulsu prądowego użyć	
45	3	„ „	ψ_d	Φ_d	

Strona	Wiersz	Liczony	Wydrukowano	Ma być	Uwaga
46	3	od góry	ϕ_d	Φ_d	
46	5	,, ,,	$\phi_d = \ldots$	$\Phi_d = \ldots$	
46	11	,, ,,	go do cewk iz_k	go do cewki z_k	
46	14	,, ,,	$\phi_d = c_g \cdot \frac{\alpha_d}{z_k}$	$\Phi_d = c_g \cdot \frac{\alpha_d}{z_k}$	
46	17	,, ,,	$c_g = \phi_d \cdot \frac{z_k}{\alpha_d}$	$c_g = \Phi_d \cdot \frac{z_k}{\alpha_d}$	(wzór 8)
46	6	,, dołu	$\phi_d = 1 . H_1 . q_d$	$\Phi_d = 1 . H_d . q_d$	
47	1	,, góry	$\phi_d = 1{,}256\ldots$	$_d = 1{,}256\ldots$	
47	19	,, ,,	W_2	w_2	
47	8	,, dołu	$\phi_ż$ będzie znacznie większy od strumienia ϕ_d	$\Phi_ż$ będzie znacznie większy od strumienia Φ_d	
47	7	,, ,,	$\phi_ż$	$\Phi_ż$	
47	6	,, ,,	ϕ_d	Φ_d	

Strona	Wiersz	Liczony	Wydrukowano	Ma być	Uwaga
47	3		$\psi_{ż}$	$\Phi_{ż}$	
48	3	od góry	$\psi_{ż} = c_g \cdot \frac{d_{ż} \cdot n}{z_2}$	$\Phi_{ż} = c_g \frac{\alpha_{ż} \cdot n}{z_2}$	(wzór 10)
48	7	,, ,,	$B = \frac{\psi_{ż}}{q_{ż}}$	$B = \frac{\Phi_{ż}}{q_{ż}}$	(wzór 11)
48	10	,, ,,	Wyjaśnia ono:	Wynosi ono:	
57	11	,, ,,	$\frac{\text{Opór elektr.}}{\frac{\Omega}{\text{mm}^2\ \text{m}}}$	$\frac{\text{Oporność właściwa}}{\frac{\Omega\ \text{mm}^2}{\text{m}}}$	Nagłówek ostatniej kolumny tabeli
60	6	,, ,,	Ramanent	Magnetyzm szczątkowy	Nagłówek przedostatniej kolumny tabeli
72	23	,, ,,	$\lambda = \frac{c}{p}$ (szybkość rozchodzenia...) (częstotliwość...)	$\lambda = \frac{c}{f}$ (szybkość rozchodzenia...) (częstotliwość...)	
76	1	,, dołu	$P_a = -270$ mW	$P_a = 270$ mW	

Pokazy powinny być zawsze proste i przejrzyste oraz demonstrowane tak, aby mogły być przez wszystkich dobrze obserwowane. Jeżeli nie można spełnić tych warunków, lepiej wcale nie demonstrować danego zjawiska a przenieść je na zajęcia praktyczne.

Wiele urządzeń dla demonstracji doświadczeń do ćwiczeń można dać do zmontowania i wykonania wprost uczącym się.

Bardzo ważną rolę grają pomoce szkolne w formie plakatów, wykresów i schematów, przedstawiające np. budowę prądnic, silników, przetwornic, przyrządów pomiarowych oraz w formie tablic z danymi akumulatorów, bateryj, prądnic a także tablic z zestawieniem symbolicznych oznaczeń, stosowanych w kreśleniu elektrycznych układów połączeń, tablic z wielkościami i jednostkami elektrycznymi, magnetycznymi i elektromagnetycznymi.

Poza tym wielkie znaczenie mają tablice z przytwierdzonymi modelami ogniw, bateryj, akumulatorów, przetwornic, cewek, kondensatorów, transformatorów i oporników różnych typów, jak również różnego rodzaju przewodników i materiałów izolacyjnych itd. Znaczna ich część nadaje się do pokazania w przekroju — co należy szeroko wykorzystać.

Wszystkie te pomoce szkolne mogą również wykonać uczący się, zwłaszcza gdy chodzi o prace kreślarskie.

Znaczne trudności przy szkoleniu specjalistów wojsk łączności stwarza ciągle jeszcze brak polskiej elektrotechnicznej literatury naukowej. Niezbędne jest wydanie podręcznika elektrotechniki w języku polskim przeznaczonego wyłącznie dla szkolenia specjalistów wojsk łączności. W podręczniku tym powinny być uwzględnione i zamieszczone zadania z praktyki łącznościowej. Wobec braku takiego podręcznika, aż do chwili wydania go, nie pozostaje nic innego jak dyktować słuchaczom ważniejsze wyjątki z danego rozdziału wraz z przytoczeniem sposobu rozwiązywania zadań liczbowych i przykładów.

Chociaż dyktowanie to zabiera wiele czasu, jest jednak nieodzowne, gdyż zastępuje wychowankom brak książki i jest dla nich źródłem dla powtórzenia i przerobienia materiału. W tych warunkach zaniechanie dyktanda jest niedopuszczalne.

Przytoczone wyżej wskazania nie wyczerpują całkowicie zagadnienia szkolenia kadr wojsk łączności z elektrotechniki. Podają one to niezbędne minimum, które jest możliwe do spełnienia bez sprawienia zasadniczych trudności, zwłaszcza obecnie po przejściu wojska na stopę pokojową.

Mjr MARCINKOWSKI STANISŁAW

JAK POWSTAJE KABEL TELEFONICZNY POLOWY

Niewielu oficerów łączności a tym bardziej innych broni miało sposobność zetknąć się z fabrykacją kabla polowego. Kosztuje ona wiele trudu i mozołu robotnika oraz specjalisty nie mówiąc już o kosztach urządzeń i materiałów użytych do produkcji.

Ogromny nakład pracy związanej z tą produkcją nie znajduje na ogół zrozumienia. Kabel oddany do użytku nie jest szanowany i duża ilość tego nieodzownego dla łączności przewodnika ulega przedwczesnemu zużyciu, uszczuplając majątek wojsk łączności a tym samym i majątek narodowy.

Artykuł niniejszy ma na celu zaznajomienie czytelnika w głównych zarysach z całokształtem procesu wytwórczego, bez wnikania w wiadomości specjalne. Pozwoli to czytelnikowi na stworzenie sobie obrazu o ogromie pracy, jaką należy kolejno wykonać w różnych etapach i stadiach produkcji, by otrzymać w końcu gotowy produkt.

Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na ciężki trud górnika przy wydobywaniu węgla i rudy żelaznej oraz trud dostarczania ich do hut i ciężką pracę hutników przy topieniu rud żelaza. Żelazo to w swej pierwotnej postaci jest jeszcze do produkcji nieprzydatne i musi ono przejść cały szereg dalszych procesów hutniczych polegających na przetopieniu go z dodaniem odpowiednich składników, po czym dopiero przeradza się w stal. Stali tej nie można jeszcze użyć bezpośrednio do wyrobu kabla. By stała się ona pod tym względem przydatna, nieodzowne jest przekucie jej na bloki, z których wybiera się najlepsze rdzenne części, tj. środkowe, które przerabia się w pierwszej fazie właściwej obróbki na gruby drut o średnicy 6 mm. Uzyskuje się więc dopiero półfabrykat, który z kolei poddaje się dalszej obróbce. Po obróbce z grubsza następuje dalsza jej faza, która jest zno-

wu tylko fazą pośrednią. W jej końcowym stadium z drutu grubego uzyskujemy drut cieńszy o średnicy 1 mm.

Aby uzyskać to sześciokrotne zmniejszenie średnicy drutu, musi się poddać go kilkakrotnemu przeciąganiu przez coraz to mniejsze otwory. Do tego celu służą płytki wykonane z twardego stopu żelaza z innymi metalami, zaopatrzone w otwory o odpowiedniej średnicy; szereg takich płytek z odpowiednio stopniowaną średnicą otworu nazywamy kalibrami. Po osiągnięciu drutu o średnicy 1 mm rozpoczyna się zabieg nad dalszym zmniejszeniem jego średnicy. Średnica pojedynczego drutu stalowego kabla waha się około 0,3 mm. W kablu polskiego typu „B“ wynosi ona 0,25 mm, w typie „A“ — 0,3 mm a w typie stosowanym obecnie 0,33 mm.

By dojść do tej średnicy musi się znowu poddać drut przeciąganiu. Tym razem jednak kalibry muszą być specjalnie twarde. Wykonuje się je przez nawiercenie otworów w diamentach. Tylko przemysłowi francuskiemu udało się uzyskać stop o twardości zbliżonej do twardości diamentu, wobec czego zastąpiono tam kalibry diamentowe kalibrami ze stali stopowej. Osiągnięcie właściwej średnicy wymaga znowu 8 do 10 operacyj przeciągania przez tyleż otworów, by w końcu otrzymać produkt nadający się już bezpośrednio do wyrobu kabla.

Drut dostarczany jest do fabryk kabla w krążkach, gdzie przewija się go na żelazne szpulki. Szpulki z drutem dostarcza się do skręcalni wyposażonej w skręcarki. Są to maszyny przystosowane do skręcania pojedynczych drucików w żyłę. Na skręcarkę nasadza się tyle szpulek, ile drucików ma stanowić żyłę. Obsługę skręcarki musi sprawować dobry fachowiec, ponieważ proces skręcania wymaga wiele umiejętności. Przede wszystkim żyła musi skręcać się bardzo równo. Wybrzuszenia i złe układanie się drucików obok siebie — jest niedopuszczalne. Ze względu na to, że długości drucików na szpulkach nie są jednakowe, odwijanie się szpulek nie dobiega jednocześnie do końca i obsługujący musi uważać, która ze szpulek kończy odwijać się wcześniej, by zatrzymać skręcarkę na czas i założyć nową szpulkę. Prócz tego, musi on co najważniejsze zlutować srebrem odnośny drucik żyły z drucikiem nowo założonej szpulki, a dobre wykonanie takiego lutowania jest pewnego rodzaju sztuką.

Jednocześnie z procesem skręcania żyły odbywa się automatyczne nawijanie jej na żelazne bębny, na których mieści się 1.500—2.000 m żyły kabla, a czasem nawet i więcej. Każdy bęben wychodzący spod skręcarki podlega ponownemu przewi-

nięciu, zmierzeniu długości żyły i zbadaniu tejże pod względem dobroci skręcenia. Skręcenie musi wyjść gładko i równo, co jest konieczne dla dalszego procesu fabrykacji. Po dokładnym sprawdzeniu żyła kablowa wędruje do tzw. natryskarek lub nakładarek. Natryskarki są to maszyny, które nakładają na przepuszczaną przez nie gołą żyłę warstwę surowej gumy. Surowa guma zawiera 38—40% kauczuku, 6% żywicy w odniesieniu do wagi kauczuku, 7% parafiny w stosunku do wagi kauczuku wraz z żywicą. Resztę stanowią składniki organiczne i nieorganiczne. Przygotowanie gumy kosztuje również sporo pracy, gdyż wymienione składniki muszą być ze sobą dokładnie wymieszane. Guma musi być wyrobiona, dosłownie — jak ciasto na chleb, po czym walcuje się ją na arkusze. Dopiero w tej formie nakłada się gumę do natryskarek, by pokryć nią żyłę kablową. — Żyła wydobywając się z odpowiedniego otworu natryskarki jest już pokryta warstwą gumy a cały ten proces odbywa się na gorąco, wobec czego natryskarki muszą być podgrzewane. Zwykle grzeje się je parą. Natryskaną żyłę nawijają robotnice na bębny obciągnięte płótnem. Podczas nawijania warstwy obsypuje się łojkiem (talkiem), by poszczególne zwoje leżąc obok siebie nie ulegały zlepieniu. Guma w stanie surowym jest tak miękka, że najmniejszy ucisk zniekształca ją. Z tego względu nawija się na bębny tylko jedną warstwę, przy czym musi się zachować jak najdalej idącą ostrożność, by gumy nie uszkodzić. Robotnice np. muszą mieć zupełnie krótko obcięte paznokcie.

Ogumioną żyłę wkłada się wraz z bębnem do wielkich kotłów żelaznych, hermetycznie zamykanych, gdzie pod wpływem wysokiej temperatury powłoka gumowa ulega stwardnieniu z zachowaniem sprężystości. Proces ten nazywamy wulkanizowaniem. W tym procesie musi się również posiadać duże doświadczenie, by produktu nie zepsuć. Musi się umieć uchwycić odpowiedni moment, w którym guma osiągnęła właściwy stopień wulkanizacji. Za krótkie lub za długie wulkanizowanie daje gumę niedowulkanizowaną lub przewulkanizowaną. W pierwszym wypadku — guma będzie zbyt miękka, zanadto ciągliwa; w drugim — mało ciągliwa i krucha. Po wulkanizacji poddaje się ogumioną już żyłę badaniom czy nie uległa uszkodzeniom. W tym celu przepuszcza się ją przez wanny z wodą. Woda przenika w miejscach uszkodzenia do żyły kabla i zamyka obwód elektryczny zawierający przyrząd pomiarowy. W tych wypadkach wskazówka przyrządu ulega wychyleniu, co pozwala ustalić miejsce uszkodzenia. Zaznacza się je na kablu, by wiedzieć, w którym miejscu uszkodzenie to usunąć. Mimo bardzo ostrożnego obchodzenia się z kablem podczas jego ogumiania ilość

uszkodzeń jest dość duża. Na odcinku o długości 750 m wykrywa się przeciętnie 5 — 10 uszkodzeń.

Po naprawieniu uszkodzeń wkłada się poszczególne odcinki wyprodukowanego kabla do kąpieli wodnej, w której przebywają przez całą dobę. Po 24 godzinnym moczeniu mierzy się ponownie opór izolacji pod napięciem 110 V prądu stałego. Odcinki bada się wzdłuż całej długości stosując do badania metodę odchyłową. Odchylenie galwanometru odczytuje się po upływie 1 minuty od chwili postawienia kabla pod napięcie. Bada się dwukrotnie, zamieniając kierunek prądu. Oblicza się opór izolacji biorąc pod uwagę średnie wychylenie galwanometru obliczone z wychyleń dla obu kierunków prądu. Pomiar przeprowadza się w temperaturze otoczenia nie niższej od 15°C.

Jeżeli badanie dało wynik pomyślny, odcinki kabla podlegają wysuszeniu i wędrują na oplatarki. Jak sama nazwa mówi, maszyny te służą do oplecenia kabla przędzą bawełnianą lub lnianą. Oplot ma za zadanie chronić gumową powłokę kabla przed uszkodzeniem. Oplot wykonuje się co najmniej z 36 nitek nie grubszych od nr 16. Musi on być ścisły, jednolity i szczelnie przylegający do powłoki gumowej kabla.

Oplot żyły kablowej musi być zaimpregnowany, tzn. uodporniony przeciwko nasiąkaniu wodą. W tym celu nasyca się go masą impregnacyjną, która musi przeniknąć go na wskroś. Materiał użyty na masę impregnacyjną musi być nie tylko wodoodporny, ale nie powinien oddziaływać szkodliwie zarówno na włókna oplotu jak i na ogumienie kabla.

Po zaimpregnowaniu poddaje się kabel ponownemu moczeniu w wodzie i badaniu dobroci izolacji.

Z kolei przystępuje się do badania oporu elektrycznego żyły kablowej. Badanie przeprowadza się przy użyciu mostka Wheatstone‘a z dokładnością do jednego oma z uwzględnieniem współczynnika temperatury dla 15°C.

Dobiegliśmy do końca opisu procesu wytwórczego w fabryce. Kabel jest gotowy, nawija się go na bębny i przesyła do składu. A jednak sporo jeszcze trudu kosztuje przejęcie go przez władze wojskowe i trzeba dołożyć jeszcze wielu starań, by dotarł on do rąk żołnierza. Kabel musi przejść jeszcze przez wojskową komisję odbiorczą, która po dokładnym zbadaniu dopiero uznaje go za nadający się do pełnienia służby — podobnie jak dzieje się z rekrutem powołanym do wojska.

Prace komisji odbiorczej ustalają odpowiednie instrukcje. Ujmują one kolejność czynności odbiorczych, przy czym podsta-

wą do zakwalifikowania kabla są odpowiednie przepisy techniczne. Uwzględniają one wymagania, którym materiał musi odpowiadać, by mógł być uznany za przydatny. Opracowanie instrukcyj i przepisów technicznych wymaga również pracy, której trzeba poświęcić sporo czasu i fachowej wiedzy.

Samo przeprowadzenie odbioru kabla wymaga wykonania całego szeregu czynności. Wykonuje je komisja odbiorcza i aby dać pewne pojęcie na czym polega jej praca wymienimy je bez głębszego wnikania w szczegóły. Należy do niej:

1) zbadanie średnicy każdego drucika miedzianego i stalowego w żyle;

2) zmierzenie długości odcinków kabla;

3) zmierzenie średnicy kabla;

4) zmierzenie grubości powłoki gumowej;

5) zważenie kabla;

6) sprawdzenie wytrzymałości kabla na rozciąganie;

7) sprawdzenie wytrzymałości oplotu bawełnianego;

8) sprawdzenie wytrzymałości powłoki gumowej na rozciąganie i zbadanie jej stopnia elastyczności;

9) próba na przeginanie drucików;

10) sprawdzenie pokrycia drucików powłoką cynową;

11) sprawdzenie oporności elektrycznej żyły kabla;

12) sprawdzenie oporności izolacji.

Jeżeli dany odcinek kabla przejdzie te próby bez zarzutów, — komisja uznaje go za zdatny do użytku i przyjmuje na wyposażenie wojska.

Z dotychczasowej treści niniejszego artykułu wynika, że nakład pracy dla wyprodukowania kabla jest istotnie bardzo wielki. Artykuł niniejszy nie spełniłby jednak zadania w całości, gdyby nie podał choćby w krótkich słowach, w jaki sposób należy tę pracę ocenić. Zrozumienie i poszanowanie dla niej okażemy tylko w ten sposób, gdy będziemy z kablem obchodzić się pieczołowicie, innych będziemy o tym pouczać i nawet — w razie potrzeby — przymuszać. Oględne obchodzenie się z kablem podczas budowy linij i właściwy sposób konserwacji i przechowywania go musi wejść w krew każdego łącznościowca.

Zasady oględnego obchodzenia się z kablem przy budowie linij są powszechnie znane i nie będziemy ich tu powtarzać. Natomiast jeżeli chodzi o konserwację kabla, robi się tu często błędy. Zwrócimy pokrótce uwagę jak je usunąć.

Kabel polowy należy przede wszystkim przechowywać w odpowiednich pomieszczeniach. Powinny być bez wilgoci i nieogrzewane. Operowanie słońca na kabel powinno być uniemożliwione. Tam gdzie ono występuje, należy mu zapobiec przez zawieszanie okien zasłonami. Jeżeli kabel magazynowany jest w ciągu dłuższego okresu czasu, musi się go co trzy miesiące przewijać i przecierać szmatką przepojoną parafiną. Z braku parafiny — szmatką suchą, nigdy zaś szmatką przepojoną oliwą. W wypadku zauważenia na oplocie kabla pleśni przewinięcie i przetarcie kabla powinno nastąpić bezwzględnie natychmiast. Każdorazowo po zdjęciu kabla z linii musi się poddać go szczegółowym oględzinom, usunąć piasek i brud a wykonane prowizorycznie lub przetarte miejsca należy ponaprawiać i zaizolować.

Ochroną powłoki gumowej kabla jest oplot, który również wymaga konserwacji. Oznaką, że oplot zaczyna nadmiernie zużywać się, jest utracenie przezeń normalnej ciemnej barwy. — Świadczy to o tym, że oplot pozbawiony został w znacznym stopniu masy impregnacyjnej. Należy zaradzić temu bezzwłocznie i pokryć go masą impregnacyjną lub ozokierytem. Chroni to włókna oplotu od strzępienia się i rozmakania na deszczu lub w zetknięciu się z wodą, co prowadzi do szybkiego niszczenia oplotu.

Jak widzimy, trud poniesiony przez nas łącznościowców dla zapewnienia kablowi jak najdłuższego żywota w porównaniu do pracy włożonej przez robotnika w wyprodukowaniu go, będzie niezmiernie mały. Dzięki niemu możemy jednak oszczędzić państwu rocznie — miliony złotych.

Podjęcie tego skromnego trudu i nieustanne szerzenie idei poszanowania pracy i majątku narodowego musi wejść w program naszych codziennych obowiązków i stać się naszym przyzwyczajeniem.

Kpt. inż. KAWKA WŁADYSŁAW

Materiały magnetyczne w urządzeniach łączności

Działanie całego szeregu urządzeń łączności opiera się na wykorzystaniu właściwości magnetycznych żelaza. Są to właściwości dla elektrotechniki nad wyraz cenne i starano się drogą prób i badań uzyskać materiały korzystniejsze od żelaza i lepiej odpowiadające różnorodnym wymaganiom stawianym przez technikę łączności. Badania te doprowadziły do wielu bardzo ciekawych wyników i treściwe podanie tychże, poprzedzone krótkim przypomnieniem zasad nauki o magnetyzmie i sposobie przeprowadzania pomiarów badawczych, pozwoli poznać ten odcinek wiedzy technicznej w zakresie szerszym od tego, jaki przewidziany jest w obecnych jeszcze dość skróconych programach szkolenia łącznościowego w WP.

Urządzenia łączności, zarówno dla użytku wojska jak i cywilnej służby łączności, wymagają dla swej budowy całego szeregu materiałów przewodzących i izolacyjnych a więc przewodników i izolatorów o najrozmaitszych wymiarach i postaci. Prócz tego wymagają one także materiałów o całkiem odrębnych właściwościach, bardzo cennych i ważnych tam, gdzie urządzenie funkcjonuje na skutek przebiegów elektromagnetycznych, jakie do jego działania są niezbędne.

Do takich materiałów, które odgrywają bezpośrednią rolę w przebiegach elektromagnetycznych urządzeń łączności umożliwiając i zapewniając ich działanie zaliczamy przede wszystkim żelazo.

Właściwości mechaniczne żelaza, jak jego wytrzymałość mechaniczna dla różnego rodzaju naprężeń, sprężystość, twardość itp. nie mają dla przebiegów elektromagnetycznych żadnego znaczenia, więc tych właściwości rozpatrywać nie będziemy. Są one ważne dla konstruktora - mechanika i możemy tylko mimochodem zaznaczyć, że konstruktorzy -

mechanicy należą zwykle do inicjatorów prac nad poszukiwaniem coraz to lepszych odmian żelaza, oczywiście pod względem wymagań i potrzeb konstrukcyj mechanicznych.

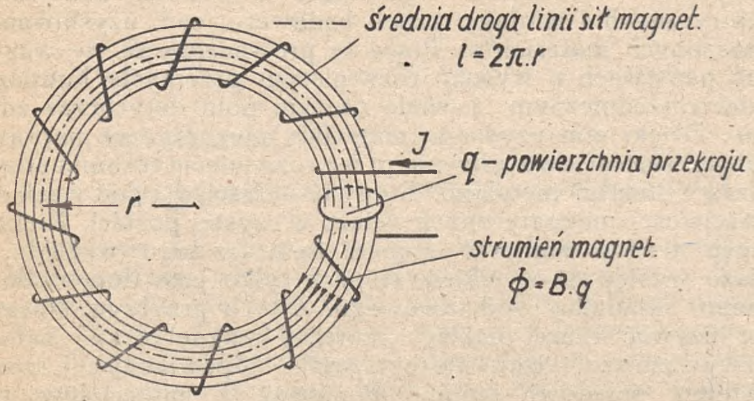
Podobnie postępują także i konstruktorzy - elektrycy, precyzując wymagania wynikające z potrzeb konstrukcyj elektrycznych i inicjując prace badawcze nad uzyskiwaniem ulepszonych materiałów. Prace te prowadzone są we wszystkich państwach o wysoko rozwiniętym przemyśle hutniczym i elektrotechnicznym i wiele na tym polu dotychczas zdziałano. Dzięki nim uzyskano materiały magnetyczne naprawdę wysokowartościowe głównie przez rozwinięcie techniki stopów żelaza z innymi metalami. Stopy te prześcigają pod względem właściwości magnetycznych żelazo w czystej postaci. Niektóre z nich trudno nazywać stopem żelaza z tego względu, że żelazo występuje w takich stopach tylko jako domieszka do innego składnika podstawowego. Z tych przyczyn słuszniej jest używać raczej nazwy „materiał magnetyczny" zamiast nazwy „żelazo" jako niezbyt ściśle odpowiadającej rzeczywistemu składowi stopu. Ponieważ z materiałów tych wykonuje się w warsztatach mechanicznych różne części składowe dla urządzeń łączności, będziemy te materiały nazywać „tworzywami magnetycznymi". Trzeba pamiętać, że nawet i w takich skrajnych wypadkach, gdzie żelazo występuje w tworzywie magnetycznym w postaci tylko kilkuprocentowej domieszki, gra ono nadal rolę czynną i dominującą i wchodzi w skład każdego takiego tworzywa prawie bez wyjątku.

Ocena stopnia posiadanych właściwości magnetycznych tworzywa odbywa się w postaci pomiarów niektórych wielkości magnetycznych. By wyjaśnić na czym pomiar tych wielkości polega, znaczenie ich musi być nam dobrze znane. Dla przypomnienia przejdziemy pokrótce te elementy z zasad nauki o magnetyzmie, które tłumaczą znaczenie wspomnianych wielkości, prowadząc przez to do zrozumienia podanego w dalszym ciągu sposobu ich mierzenia. Tą drogą wyjaśnimy jaką wartość posiadają nowoczesne tworzywa magnetyczne dla potrzeb łączności i techniki budowy przyrządów.

Prawo Ohma w zastosowaniu do obwodów magnetycznych

Jedną z cech charakterystycznych linij magnetycznych jest ich ciągłość. Wywołane dowolnym sposobem istnieją

tylko w postaci nigdzie po drodze nieprzerwanych linij, a zamknięta w sobie droga, po której biegną, tworzy obwód magnetyczny.



Rys. 1. Schematyczne przedstawienie obwodu magnetycznego.

Najprostszy taki obwód w postaci współśrodkowo przebiegających linij magnetycznych przedstawia rysunek 1. Obwód o takim przebiegu linij możemy uzyskać za pomocą cewki o odpowiednim kształcie. Jeżeli jej zwoje postępują po sobie śrubowo, tak jakby były nawinięte na rdzeniu w kształcie pierścienia o przekroju kołowym, to wnętrze cewki wypełnią linie magnetyczne, przebiegające przez powietrze w kształcie zamkniętych kół. Jeżeli cewka będzie nawinięta rzeczywiście na takim rdzeniu żelaznym, to przez ten rdzeń również przebiegną linie magnetyczne o takim samym kształcie przebiegu tylko w znacznie większej ilości. Cała taka wiązka linij powstająca z chwilą, gdy przez cewkę przepuścimy prąd elektryczny tworzy strumień magnetyczny, który oznaczamy grecką literą φ (czytaj—duże fi). Trzy podstawowe wielkości charakteryzujące taki obwód pod względem jego właściwości magnetycznych wiążą się ze sobą w taki sposób, że wyrażenie matematyczne tego związku przypomina żywo podobny związek wielkości elektrycznych ujęty przez prawo Ohma w odniesieniu do obwodu elektrycznego. Na skutek tego podobieństwa mówimy także o prawie Ohma dla obwodu magnetycznego. Strumień magnetyczny φ wytworzony w obwodzie magnetycznym zajmuje w wyrażeniu na prawo Ohma dla tego obwodu to miejsce, które w prawie

Ohma dla obwodu elektrycznego zajmuje natężenie prądu. Przyczyna wywołująca strumień magnetyczny, a więc zwoje, przez które przepływa prąd, odgrywa w obwodzie magnetycznym podobną rolę jak SEM w obwodzie elektrycznym; a więc w wyrazie na prawo Ohma dla obwodu magnetycznego znajdzie się ona na tym miejscu, które w prawie Ohma dla obwodu elektrycznego zajmuje SEM względnie napięcie. Przyczynę tę nazywamy „wzbudzeniem strumienia magnetycznego" lub krótko „amperozwojami" i oznaczamy *Az*.

W końcu istnieje również czynnik hamujący mniej lub więcej powstawanie strumienia magnetycznego, a więc spełniający w obwodzie magnetycznym podobną rolę jak opór w obwodzie elektrycznym, odnośnie powstawania prądu. Zajmie on w wyrazie na prawo Ohma dla obwodu magnetycznego to miejsce, które zajmuje oporność w wyrazie na prawo Ohma dla obwodu elektrycznego. Stąd czynnik ten nazywamy opornością magnetyczną oznaczając ją literą R_m.

Prawo Ohma dla obwodu magnetycznego będzie miało więc postać:

$$\psi = \frac{Az}{R_m} \qquad (1)$$

Wzór ten wyraża, że strumień przenikający obwód magnetyczny będzie tym większy, im więcej zastosujemy amperozwojów i im mniejsza jest oporność magnetyczna obwodu.

Sama oporność magnetyczna daje się również wyrazić proporcią zupełnie podobną do tej, jaką wyrażamy oporność elektryczną. Jedyna różnica tkwi w wyrazie dotyczącym właściwości ośrodka. W obwodzie elektrycznym wchodzi w rachubę wielkość, którą nazywamy przewodnością właściwą materiału użytego na przewodnik. Natomiast w obwodzie magnetycznym na to miejsce wchodzi wyraz na wielkość magnetyczną o podobnym znaczeniu, którą nazywamy przenikalnością lub przenikliwością magnetyczną i oznaczamy literą μ (czytaj—małe mi). Wyraz na oporność magnetyczną ma więc postać:

$$R_m = \frac{l}{\mu \cdot q} \qquad (2)$$

We wzorze tym l przedstawia średnią drogę linij magnetycznych (linia przerywana na rys. 1) wyrażoną w *cm* — μ oznacza przenikalność magnetyczną danego ośrodka a q powierzchnię poprzecznego przekroju strumienia magnetycznego wyrażoną w cm^2.

Przenikalność magnetyczna

Wzór wyrażający oporność magnetyczną pozwala wnioskować, że oporność ta będzie tym bardziej przeciwdziałała tworzeniu się pola magnetycznego, im dłuższa będzie droga przebiegu linij magnetycznych tego pola. W miarę powiększania jej musimy zwiększać amperozwoje, by uzyskać ten sam strumień co przy drodze krótszej. Oporność jednak maleje wraz ze wzrostem przekroju jakim dysponujemy dla przebiegu linij tworzących strumień i ze wzrostem liczby określającej przenikalność magnetyczną danego ośrodka. Wynika stąd, że materiał o dużej wartości μ jest bardziej korzystny dla wytworzenia małym kosztem energii elektrycznej dużego pola magnetycznego aniżeli materiał, dla którego wielkość ta jest mała. Jest to więc wielkość bardzo ważna i musimy umieć określić ją cyfrowo. Zachodzi więc konieczność zastanowienia się w stosunku do jakiej liczby podstawowej mamy tę wielkość ustalić. Pomaga nam w tym definicja odnosząca się do pola magnetycznego w próżni, która określa wartość przenikalności magnetycznej w próżni jako równą jedności ($\mu_0 = 1$) wyrażoną w tzw. układzie elektromagnetycznym systemu cgs. Wobec tego dla potrzeb techniki ustalamy, że wielkość μ wskazuje, ile razy przenikalność magnetyczna badanego materiału jest większa od przenikalności próżni. Jest to więc liczba względna, bez wymiaru. Jeżeli $\mu < 1$, mamy do czynienia z ciałami diamagnetycznymi, gdy $\mu > 1$ — z ciałami paramagnetycznymi. Do pierwszych zaliczamy miedź, srebro, wodę, szkło a do drugich: powietrze, aluminium, krzem. Przenikalność magnetyczna powietrza wynosi $\mu_p = 1{,}0000004$ a więc praktycznie tyle co próżni. Żelazo, kobalt, nikiel i różne ich stopy należą do odrębnej grupy tzw. „ciał ferromagnetycznych", najbardziej nas interesującej o wielkości μ bardzo dużej. Z dotychczasowych wywodów wynika, że dla oceny materiału magnetycznego posiada decydujące znaczenie wyznaczenie jego przenikalności magnetycznej.

Zanim przystąpimy do opisu pomiaru, który pozwala tę wielkość znaleźć, musimy jeszcze określić bliżej jej stosunek do innych wielkości magnetycznych.

Przede wszystkim wyraźmy strumień magnetyczny przy pomocy poznanych już wielkości:

$$\phi = \frac{Az}{R_m} = \frac{Az}{\frac{l}{\mu \cdot q}} = \frac{Az}{l} \cdot \mu \cdot q \qquad (3)$$

Jeżeli podzielimy lęwą i prawą stronę równania (3) przez q czyli przez przekrój zajęty przez strumień, to otrzymamy zależność

$$\frac{\psi}{q} = \frac{Az}{l} \cdot \mu \qquad (4)$$

W równaniu tym ułamek $\frac{\psi}{q}$ jest ilością linij magnetycznych na jednostkę powierzchni przekroju zajętego przez strumień w materiale magnetycznym, czyli tzw. „indukcją magnetyczną B“.

Zatem $B = \frac{Az}{l} \cdot \mu$ gaussów.

Ponieważ we wzorze tym μ jest liczbą bezwymiarową, jako przyczynę indukcji magnetycznej musimy uważać wielkość przedstawioną przez wyrażenie $\frac{Az}{l}$. Nadajemy mu nazwę „natężenia pola magnetycznego“ i oznaczamy literą H. Wobec tego:

$$B = H \cdot n \text{ gaussów.} \qquad (5)$$

Na tej podstawie wzór (3) możemy przedstawić w innych postaciach, przydatnych w dalszych rozważaniach, a mianowicie:

$$\psi = B \cdot q \text{ lub } \psi = H \cdot \mu \cdot q \qquad (6)$$

Natężenie pola magnetycznego H musimy odnosić zawsze do określonego punktu, leżącego w przestrzeni otaczającej przewodnik z prądem. Chcąc obliczyć je dla cewki prostej obieramy ten punkt wewnątrz niej na osi geometrycznej, w środku jej długości. Różnice w wielkości natężenia pola magnetycznego blisko końców cewki są nieznaczne i praktycznie przyjmujemy, że natężenie pola magnetycznego wzdłuż całej długości cewki jest wszędzie to samo. Chodzi jeszcze o oto, jak się je oblicza. Podamy gotowy wzór, ważny tylko dla cewki prostej o z zwojach i to przy założeniu, że w stosunku do swej średnicy cewka jest bardzo długa. Ze wzoru tego korzystamy w dalszej części artykułu. Brzmi on następująco:

$$H = \frac{4\pi \cdot Jz}{10 \cdot l} \text{ erstetów.} \qquad (7)$$

Przypominamy, że gdy prawa strona tego równania podzielona jest przez 10, to natężenie prądu J musimy wyrazić we wzorze w amperach.

Jak się następnie przekonamy, zależności podane we wzorach (5), (6) i (7) są bardzo ważne. Zawierają w sobie w wystarczającej mierze to wszystko, co potrzebne jest do zrozumienia metody pomiaru współczynnika przenikalności magnetycznej i zapoznania się ze sposobem wykorzystania pomiaru dla oceny właściwości magnetycznych badanego tworzywa.

Badanie właściwości magnetycznych tworzywa

Badanie właściwości magnetycznych tworzywa polega przede wszystkim na ustaleniu jego przenikalności magnetycznej przy różnych stanach magnesowania próbki.

W tym celu wyznacza się indukcję magnetyczną wywołaną w danym tworzywie w zależności od wywołującego tę indukcję natężenia pola magnetycznego w próżni (praktycznie w powietrzu). Indukcję magnetyczną wyznaczamy w gaussach, tj. ilości linij sił magnetycznych indukcji przypadających na *1 cm*^{2} przekroju badanej próbki, a natężenie pola magnetycznego wyrażamy w erstetach lub praktycznie w amperozwojach, przypadających na *1 cm* średniej długości drogi linij sił magnetycznych w obwodzie magnetycznym utworzonym z badanej próbki. Zależnie od znaczenia, jakie ma się zamiar przypisać badaniu danego tworzywa magnetycznego, wypracowano kilka metod pomiarowych. Ograniczymy się do podania metody najbardziej klasycznej a zarazem i najdokładniejszej, w której dokonujemy pomiaru przy pomocy tzw. galwanometru balistycznego. Podajemy ją dlatego, aby zaznajomić czytelnika także i z takimi metodami pomiaru, w których wartości mierzonych wielkości nie dadzą się ustalić wprost na przyrządzie pomiarowym i to tak łatwo i prosto jak w wypadkach pomiaru np. napięcia lub natężenia prądu. Pomimo że pomiar galwanometrem balistycznym polega na odczytaniu jego wychylenia, samo wychylenie, jak się przekonamy, nie podaje nam wprost szukanej wartości μ a daje tylko podstawę do ustalenia tej liczby drogą rachunku.

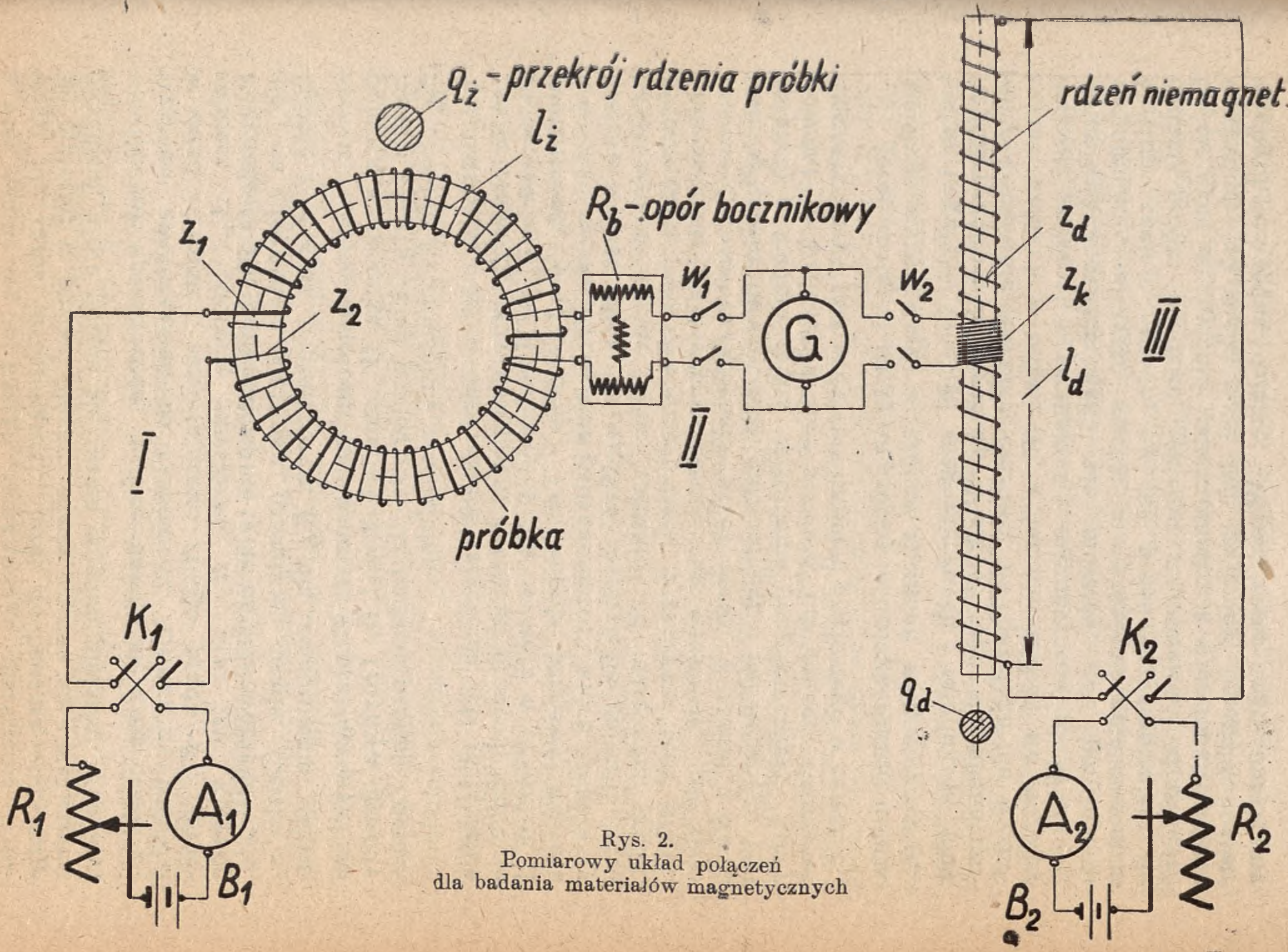
W metodzie pomiarowej przy użyciu galwanometru balistycznego wyzyskuje się zjawisko wywoływania SEM w przewodniku, na który oddziaływa indukcyjnie powstający lub zanikający strumień magnetyczny. Strumień ten wywołuje się w tworzywie, które mamy zbadać. W tym celu przed pomiarem przygotowuje się z badanego tworzywa próbkę. Wykonuje się ją tak, aby uzyskać zupełne zamknięcie się strumienia magnetycznego w obrębie badanego materiału

a więc nadaje się jej kształt zamkniętego pierścienia kołowego lub ramki prostokątnej. Jeżeli do badania otrzymuje się materiał w postaci blachy, wtedy wycina się z niej szereg pierścieni, które składa się razem w jeden pierścień wspólny.

Na tak sporządzonej próbce nawija się dwie cewki z_1 i z_2, co uwidoczniono na rysunku 2. Cewka z_1 wchodzi w skład obwodu I, zawierającego źródło prądu B_1, amperomierz A_1, opornicę suwakową R_1 oraz tzw. kołyskę Poggendorfa K_1, pozwalającą nie tylko na przerwanie obwodu, ale i na odwrócenie kierunku przepływu prądu. Cewka z_2 łącznie z oporem bocznikowym R_b dla znieczulenia galwanometru i galwanometrem balistycznym G przyłączonym za pomocą wyłącznika W_1 stanowi obwód II. Obydwa obwody łącznie tworzą układ pomiarowy dla badania próbki. Znaczenie obwodu III objaśnimy nieco dalej.

Widzimy, że w momentach załączenia lub wyłączenia źródła prądu B_1 przy dowolnym kierunku prądu J, indukuje się w cewce z_2 SEM indukcji, która wywoła w obwodzie II krótkotrwały prąd wtórny. Ten impuls prądowy wywoła tzw. „balistyczne wychylenia galwanometru", które oznaczamy literą α (czytaj alfa). Największe wychylenie galwanometru balistycznego będzie więc zależało od natężenia prądu, płynącego w jego obwodzie i czasu przepływu tego prądu. Galwanometr balistyczny mierzy więc właściwie ilość elektryczności, jaka przepłynęła przez niego w czasie trwania impulsu prądu. Wychylenie galwanometru balistycznego jest zarazem pośrednio miarą strumienia magnetycznego, który powstał w badanej próbce z żelaza lub innego tworzywa magnetycznego pod wpływem impulsu prądowego w cewce z_1.

Jeżeli materiał użyty na próbkę jest magnetycznie dobry, wówczas wytworzony w próbce strumień magnetyczny ϕ_z będzie bogaty w linie sił magnetycznych i zaindukuje silny impuls prądowy w cewce z_2. Wielkość tego strumienia musimy koniecznie określić cyfrowo, bo bez tego nie wyznaczymy indukcji w żelazie *(B)*, a bez niej z kolei nie możemy obliczyć szukanej przenikalności magnetycznej μ. Wielkości strumienia magnetycznego nie możemy, jak już o tym wspomniano, odczytać wprost z wychylenia galwanometru. Musimy znaleźć sposób, by już przed przystąpieniem do badania próbki wiedzieć, jakiemu strumieniowi odpowiadać będzie dane wychylenie galwanometru, a więc ustalić przede wszystkim, jak wielki musi być strumień, by galwanometr wychylił się o jedną działkę. Wyznaczenie tego nazywamy



Rys. 2.
Pomiarowy układ połączeń
dla badania materiałów magnetycznych

znalezieniem tzw. „stałej galwanometru“. Znając ją będziemy mogli określić, jak dużemu strumieniowi odpowiada maksymalne wychylenie galwanometru, zaobserwowane przy badaniu próbki. Używamy określenia „maksymalne wychylenie” dlatego, ponieważ trzeba pamiętać o tym, że galwanometr balistyczny nie wychyla się w tych pomiarach stale do pewnej działki tak, jak to obserwujemy np. przy pomiarach amperomierzem lub woltomierzem. Pod wpływem jednego tylko impulsu prądowego galwanometr balistyczny, mając stosunkowo ciężkie części ruchome, wychyli się z położenia równowagi i po osiągnięciu pierwszego a zarazem największego wychylenia wraca do tego położenia z powrotem rozpoczynając ruch okresowy. Tylko to pierwsze wychylenie wywołane zostało prądem, a dalsze występują już tylko na skutek bezwładności ruchomych części galwanometru. Z tego względu tylko to pierwsze wychylenie (maksymalne) jest miarą strumienia magnetycznego pod warunkiem, że znamy stałą galwanometru. Wyznaczamy ją przez tzw. cechowanie. Ponieważ w pomiarze chodzi nam o ustalenie, ile razy większa jest przenikalność materiału badanej przez nas próbki w stosunku do przenikalności powietrza (próżni), musimy cechowanie galwanometru przeprowadzić dla powietrza a więc do wzbudzenia impulsu prądowego i użyć cewki bez rdzenia żelaznego.

W tym celu uzupełniamy nasz układ pomiarowy przez obwód pomocniczy III (patrz rys. 2), zawierający prócz źródła prądu B_2, opornicy suwakowej R_2 i kołyski Poggendorfa K_2 także tzw. cewkę długą z_d, bez rdzenia żelaznego, przeznaczoną specjalnie do cechowania galwanometru.

Galwanometr balistyczny sprzężony jest z tym obwodem indukcyjnie za pomocą tzw. cewki krótkiej z_k. Do tej cewki przyłączony jest on za pomocą wyłącznika w_2 przy czym wyłącznik w_1 musi być na czas cechowania galwanometru otwarty.

Przystępujemy do cechowania załączając źródło prądu B_2 do obwodu z cewką długą z_d. Popłynie w nim prąd o natężeniu J_d, który wywoła w cewce długiej strumień magnetyczny ϕ_d. Strumień ten narastając do swej pełnej wartości zindukuje w cewce krótkiej z_k siłę elektromotoryczną indukcji, która wywoła w obwodzie galwanometru impuls prądowy.

Pod wpływem tego impulsu galwanometr osiągnie wychylenie α_d. Przy danej czułości galwanometru, określonej przez jego stałą c_g, strumień ψ_d będzie tym większy, im większe wywoła wychylenie, możemy więc napisać:

$$\psi_d = c_g \cdot \alpha_d \text{ makswelí}$$

Wychylenie α_d wywołane przez wszystkie zwoje cewki z_k redukujemy do wychylenia przypadającego na jeden zwój tej cewki, dzieląc pełne wychylenie α_d przez ilość jej zwojów. Unikamy przez to potrzeby uwzględniania przy pomiarze innej ilości zwojów, z chwilą gdy przyłączamy galwanometr do cewki z_2 a odłączamy go od cewk ız_k. Wzór na strumień magnetyczny przy wychyleniu zredukowanym na jeden zwój ma postać:

$$\psi_d = c_g \cdot \frac{\alpha_d}{z_k}$$

Ze wzoru tego wyprowadzamy ogólny wyraz na stałą balistyczną galwanometru.

$$c_g = \psi_d \cdot \frac{z_k}{\alpha_d} \qquad (8)$$

Do obliczenia stałej c_g brak nam, jak to widać ze wzoru, tylko wartości liczbowej strumienia. Tę wartość wyznaczamy posługując się podanym na początku wzorem (7). Jeżeli przekrój wewnętrzny cewki długiej posiada q_d cm^2 i pamiętamy, że strumień wywołany prądem J_d w cewce długiej z_d przebiega w powietrzu ($\mu = 1$), to wyraz na strumień możemy przedstawić następująco (patrz wzór 6):

$$\psi_d = 1 \cdot H_1 \cdot q_d$$

Natężenie pola magnetycznego H_d wytworzone wewnątrz cewki długiej z_d, pod wpływem przepływającego przez nią prądu na natężeniu J_d wyrazi się w jednostkach układu elektromagnetycznego (patrz wzór 7):

$$H_d = 0{,}4\,\pi \frac{J_d \cdot z_d}{l_d} = 1{,}256 \frac{J_d \cdot z_d}{l_d} \text{ erstetów.}$$

Zatem: $\psi_d = 1{,}256 \cdot \frac{J_d \cdot z_d}{l_d} \cdot q_d$ makswели.

Udało się nam więc w końcu wyrazić strumień magnetyczny za pomocą takich wielkości jak J_d, z_d, l_d i q_d, które są nam dokładnie liczbowo znane, bo możemy je odczytać, policzyć lub zmierzyć. Do liczbowego ustalenia stałej balistycznej galwanometru nie stoi już nic na przeszkodzie i obliczamy ją rozwijając wzór (8).

$$c_g = 1{,}256 \cdot J_d \cdot \frac{z_d \cdot q_d \cdot z_k}{\alpha_d \cdot l_d} \qquad (9)$$

W postępowaniu laboratoryjnym operuje się zwykle prądem w ten sposób, że się go przerywa i szybko włącza w kierunku przeciwnym. Przy takim postępowaniu liczbowa wartość stałej balistycznej c_g będzie nieco inna, ale są to szczegóły nie zmieniające w niczym zasady postępowania i bliższe wyjaśnienie ich w ramach tego artykułu jest zbyteczne.

Po określeniu stałej c_g na podstawie wzoru (9) możemy przystąpić do pomiaru dla zbadania próbki. Odłączamy przede wszystkim źródło prądu B_2 przy wyłączonym wyłączniku W_2 by nie wychylać galwanometru niepotrzebnie z położenia równowagi. Z kolei włączamy wyłącznik W_1 przyłączając galwanometr do układu pomiarowego poprzez opór bocznikujący R_b. Gdybyśmy tego nie dali, przerwanie prądu $J_ż$ wysyłanego z baterii B_1, o takim samym np. natężeniu jak prądu J_d wybiłoby galwanometr poza skalę. Musimy bowiem pamiętać, że wywołany w obwodzie z próbką strumień $\psi_ż$ będzie znacznie większy od strumienia ψ_d ze względu na to, że strumień $\psi_ż$ wywołany zostaje w żelazie a ψ_d w powietrzu. Załączenie do galwanometru sporu bocznikującego sprawi, że wychylenie jego $\alpha_ż$ będzie tylokrotnie mniejsze, ilokrotnie znieczuliliśmy galwanometr. Chcąc znaleźć prawdziwą wartość strumienia $\psi_ż$ musimy o tym pamiętać i wskazanie galwanometru odpowiednio w obliczeniu powiększyć. Jeżeli znieczulimy galwanometr n razy, to stru-

mień powstały w żelazie, przypadający na jeden zwój cewki z_2 wyniesie:

$$\psi_{\dot{z}} = c_g \cdot \frac{d_{\dot{z}} \cdot n}{z_2} \text{ makswelі.} \qquad (10)$$

Indukcję wywołaną w próbce żelaznej znajdujemy dzieląc wyrażenie na strumień przez poprzeczny przekrój próbki.

$$B = \frac{\psi_{\dot{z}}}{q_{\dot{z}}} \text{ gaussów.} \qquad (11)$$

Natężenie pola magnetycznego H magnesującego próbkę możemy wyliczyć zupełnie podobnie, jak to zostało wyjaśnione przy opisie cechowania galwanometru. Wyjaśnia ono:

$$H = 1{,}256 \cdot \frac{J_{\dot{z}} \cdot z_1}{l_{\dot{z}}} \text{ erstetów.} \qquad (12)$$

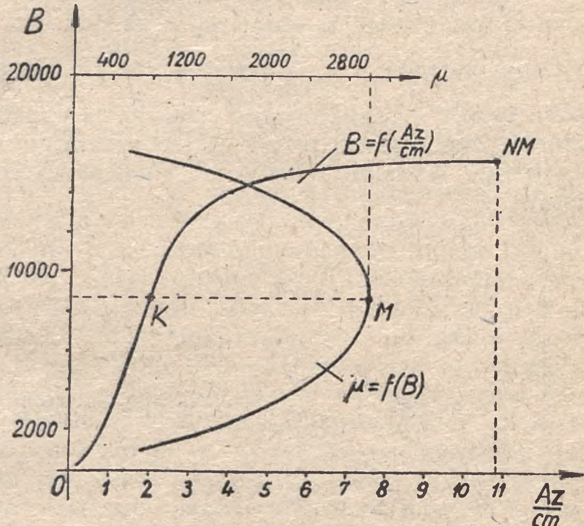
Po obliczeniu wartości B i H ze wzorów (11) i (12) możemy obliczyć także i przenikalność względną:

$$\mu = \frac{B}{H} \cdot \frac{1}{\mu_o} \quad (\mu_o = 1) \qquad (13)$$

Widzimy, że posługując się kolejno wzorami (9), (10), (11), (12) i (13) możemy wyznaczyć μ dla dowolnego wychylenia galwanometru balistycznego. Badanie próbki żelaznej polega jednak na dokonaniu całego szeregu pomiarów przy metodycznie zmienianych warunkach, ponieważ jak się dalej okaże μ nie jest wielkością stałą. Najpierw zwiększa się więc skokami natężenie prądu w jednym kierunku i po stwierdzeniu, że próbka uległa nasyceniu magnetycznemu, zmniejsza się kilkakrotnie natężenie prądu aż do zera. Na tym nie poprzestaje się, lecz przestawiajac kołyskę Poggendorfa tak, aby prąd mógł popłynąć przez cewkę z_1 w kierunku przeciwnym, znowu zwiększa się skokami natężenie prądu tak długo, dopóki nie stwierdzi się, że próbka ponownie uległa nasyceniu. Wtedy regulując opornicę R_1 znowu wykonujemy kilka pomiarów przy coraz to mniejszym prądzie, by zmniejszyć go w końcu do zera. Przekładamy kołyskę Poggendorfa ponownie, umożliwiając przepływ prądu w kierunku odwrotnym do poprzedniego, i jeszcze raz skokami zwiększamy natężenie prądu, dopóki nie stwierdzimy, że próbka uległa nasyceniu. Na podstawie zaobserwowanych kolejnych wychyleń maksymalnych galwanometru obliczamy indukcję B, a na

podstawie odpowiednich wskazań amperomierza A_1 oraz z danych cewki z_1 obliczamy natężenie pola magnesującego w $\frac{Az}{cm}$. Dla ujęcia tych wyników sporządzamy wykres, zwykle jako zależność B od $\frac{Az}{cm}$. Czasem wystarczy nam tylko wykres na rys. 3, sporządzony na podstawie pomiarów wykonanych przy magnesowaniu próbki tylko w jednym kierunku od zera aż do stanu nasycenia. Próbka użyta do badania nie może wykazywać przed pomiarem nawet śladów namagnesowania, bo pomiar byłby błędny, gdyby było inaczej.

Obserwując krzywą $B = f\left(\frac{Az}{cm}\right)$ (patrz rys. 3) widzimy, że indukcja



Rys. 3. Krzywa magnesowania $B = f\left(\frac{Az}{cm}\right)$ i przenikalności $\mu = f\ (B)$

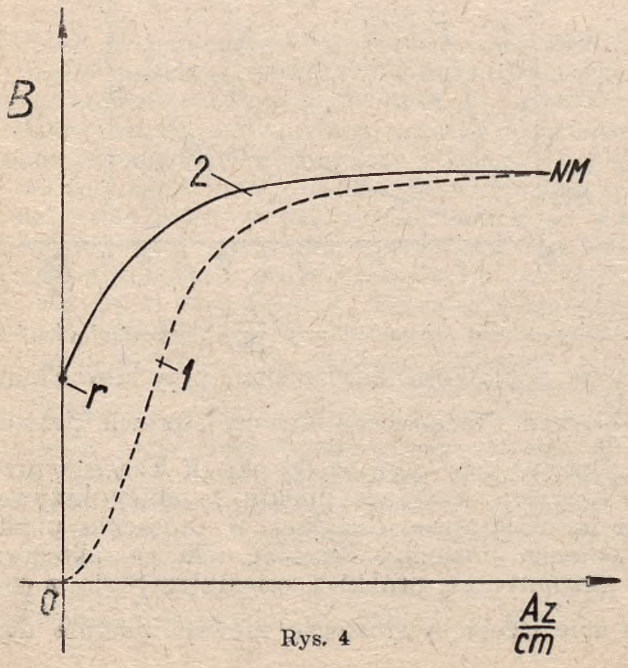
zwiększa się początkowo bardzo silnie przy niewielkim zwiększaniu $\frac{Az}{cm}$, czemu odpowiada stromy i prawie prostoliniowy przebieg krzywej w górę aż do pkt. K leżącego przed tzw. kolanem krzywej. Od tego punktu przebieg krzywej staje się coraz bardziej płaski osiągając w otoczeniu punktu NM przebieg niemal poziomy. Przebieg taki charakteryzuje nasycenie magnetyczne próbki i orientujemy się z niego, że w tym stanie trzeba by stosować niewspółmiernie dużo $\frac{Az}{cm}$

by indukcję zwiększyć choćby tylko o jednostkę, co oczywiście jest nieekonomiczne.

Jeżeli dla różnych punktów tej krzywej obliczymy przenikalność względną μ (według wzoru 13) i naniesiemy ją na wykres jako funkcję indukcji *B*, otrzymamy krzywą przenikalności o przebiegu, który świadczy, że liczba wyrażająca μ przybiera różne wartości między kilkuset a kilka tysięcy, osiągając wartość największą w punkcie *M*, a więc wtedy, gdy prostoliniowa część krzywej indukcji przechodzi w kolano (pkt *K*). Im dalej prowadzimy magnesowanie, tym liczba μ staje się mniejsza, a wartość jej zbliża się w obszarze nasycenia magnetycznego próbki do jedności, co na wykresie jest dobrze widoczne.

Zwykle jednak prowadzimy badanie dalej tak, jak to pokrótce już opisaliśmy, tzn. rozpoczynamy po osiągnięciu nasycenia zmniejszać prąd magnesujący aż do zera.

Obliczamy wartość *B* i $\frac{Az}{cm}$ (względnie *H*), nanosimy je na wykres i wtedy przekonujemy się, że wyznaczają one krzywą, której przebieg nie pokrywa się z tym, jaki wykreśliliśmy dotychczas. Widzimy to na rys. 4, na którym krzywa „1" (kreskowana)



Rys. 4

odnosi się do procesu zwiększania magnesowania próbki, a krzywa „*2*" do procesu zmniejszania go. Krzywa „*2*" leży powyżej krzywej „*1*" co oznacza, że indukcja *B* nie spada w tej samej mierze w jakiej zmniejszamy $\frac{Az}{cm}$ (wzbudzenie), toteż gdy wreszcie prąd magnesujący uczynimy równy zeru, czyli $\frac{Az}{cm} = 0$, indukcja *B* wcale nie równa się zeru.

Krzywa „*2*" przecina oś rzędnych w punkcie „*r*" co wskazuje, że próbka jest jeszcze w stanie namagnesowanym.

Im dalej leży punkt „*r*" od początku układu, a więc im większy jest odcinek $O - r$, tym większy jest stan namagnesowania danego materiału. Ten stan nazywamy magnetyzmem szczątkowym.

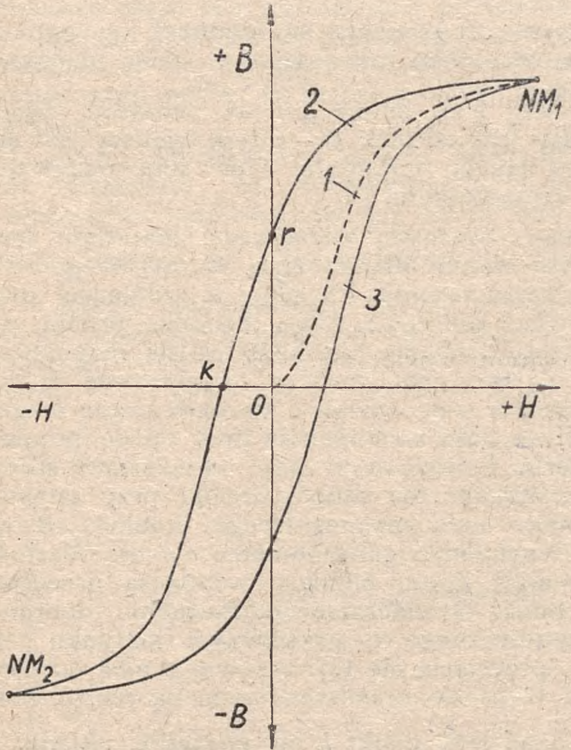
Jedną z ważnych właściwości materiału jest zdolność do zatrzymywania magnetyzmu szczątkowego w większym lub mniejszym stopniu. Poznanie tej zdolności ma dla łączności wielkie znaczenie, więc badanie próbki prowadzimy jeszcze dalej, próbując pozbawić próbkę magnetyzmu szczątkowego. W tym celu musimy magnesować ją w kierunku przeciwnym, a więc odwrócić kierunek prądu magnesującego, co umożliwia nam wspomniana przy opisie pomiaru kołyska Poggendorfa. Odwróciwszy prąd zwiększamy stopniowo jego natężenie skokami tak długo, dopóki przy pewnej wartości odwróconego pola magnesującego indukcja *B* nie spadnie do zera (wychylenie galwanometru $\alpha = o$). Wartości indukcji uzyskane z tej części pomiaru wyznaczą przedłużenie krzywej „*2*". Punkt wyznaczający odpowiednio dobrane natężenie pola magnetycznego o przeciwnym kierunku jest zarazem punktem przecięcia się tej krzywej z osią odciętych i oznaczony na wykresie przedstawionym na rys. 5. literą *k*.

Im dalej leży punkt *k* od początku układu, tym większych należało użyć amperozwojów, by próbkę rozmagnesować.

Trafiamy więc drogą pomiaru na drugą właściwość tworzyw magnetycznych, którą nazywamy „bezwładnością magnetyczną" lub „koercją". Im większa jest koercja, tym silniej zachowuje materiał magnetyzm szczątkowy i zdolność ta ma wielkie znaczenie tam, gdzie chodzi o odpowiedni dobór tworzywa dla magnesów stałych.

Ze względu na straty powstające przy magnesowaniu tworzywa, w jednym lub w drugim kierunku prowadzimy

badanie próbki dalej. Magnesujemy więc próbkę przy odwróconym kierunku prądu w dalszym ciągu i osiągamy ponownie stan nasycenia magnetycznego (pkt. NM_2 rys. 5.) Przez zmniejszenie natężenia prądu do zera i dalsze magnesowanie próbki prądem ponownie odwróconym, ustalamy dalsze punkty pomiaru wyznaczające krzywą (3), która kończy się w tym samym punkcie wyjściowym NM_1.



Rys. 5.

Krzywa „2" i „3" — jak to widzimy na rys. 5 — opisuje zamkniętą pętlę, tzw. „pętlę histerezy magnetycznej". Krzywa „3" nie pokrywa się z krzywą „1" — co odbija się na współczynniku przenikalności μ. Zależy on nie tylko od stopnia namagnesowania żelaza przy pomiarze, ale od stanu namagnesowania go przed pomiarem. Stąd też stawia się warunek, by próbka użyta do badania była od wstępnego namagnesowania zupełnie wolna.

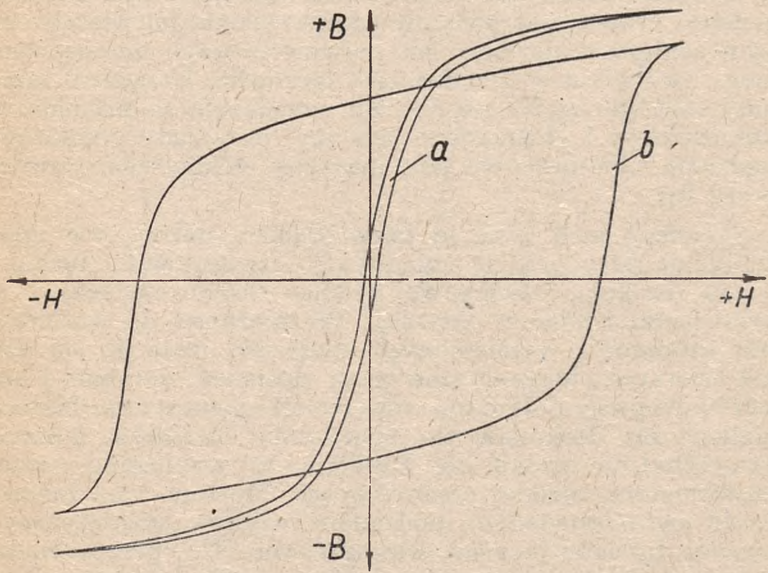
Krzywą „1“, która powstaje przy pierwszym namagnesowaniu nazywamy „pierwotną“. Dla ustalenia oceny tworzywa magnetycznego pętla histerezy posiada wielkie znaczenie. Jej zamknięty przebieg przy przemagnesowywaniu próbki w jedną i w drugą stronę powtarza się za każdym razem w niezmienionej formie. Płaszczyzna objęta tą krzywą jest miarą pracy elektrycznej, zużytej na jednorazowe przemagnesowanie próbki.

Tworzywa magnetyczne twarde i miękkie

W poprzednich ustępach wyjaśnialiśmy, w jaki sposób dochodzi się drogą pomiaru do wyznaczenia pętli histerezy dla różnych próbek badanych tworzyw. Zdjęcie pętli histerezy dla danej próbki jest podstawą do określenia jej właściwości, a tym samym znalezienia jak najwłaściwszego zastosowania danego tworzywa w urządzeniach łączności. Urządzeń takich mamy cały szereg. Należą do nich: urządzenia wzmacniakowe, przekaźnikowe i głośnikowe, telefony, przyrządy pomiarowe, urządzenia silno-prądowe jak: maszyny elektryczne, transformatory itp.

Wiele z nich pracuje przy prądzie stałym, ale sporo ich pracuje przy prądzie zmiennym o częstotliwości technicznej (50 okr/sek), dźwiękowej (100 — 20000 okr/sek) i radiowej (setki i miliony okr/sek). W zależności od warunków pracy któregoś z wymienionych urządzeń użyte do ich działania tworzywo magnetyczne musi posiadać odrębne i najbardziej dla pracy przydatne właściwości magnetyczne. Materiał nadający się doskonale do wykonania biegunów maszyny elektrycznej nie nadaje się zupełnie do wykonania rdzenia transformatora wielkiej częstotliwości. Musimy więc zastanowić się nad odpowiednim podziałem tworzyw magnetycznych na grupy, by móc je właściwie stosować. Do przeprowadzenia tego podziału będzie nam pomocna pętla histerezy. Ogranicza ona pewną powierzchnię, która przedstawia stratę energii w związku z przemagnesowywaniem próbki. Im większa jest powierzchnia objęta krzywą „2“ i „3“ na rys. 5, tym większa jest ta strata. Musimy się z nią liczyć, ponieważ w bardzo wielu urządzeniach łączności zachodzi stałe i zwykle bardzo szybkie przemagnesowywanie części konstrukcyjnych. Z tą stratą musimy się liczyć tym bardziej, że ilość energii, jaką dysponujemy dla utrzymania łączności, jest bardzo często rzędu tysięcznych części wata lub mniej. Wszelkie więc straty, czy to w urządzeniach słaboprądowych, czy też w urządzeniach silnoprądowych, wynikające ze stałego przemagnesowy-

wania pracujących części są niepożądane a często i szkodliwe. Dla wszystkich tego rodzaju urządzeń starano się uzyskać takie tworzywa magnetyczne, które by dawały jak najmniejsze straty histerezy, a więc wykazywałyby bardzo małą koercję. Tworzywa te powinny posiadać poza tym dużą przenikalność magnetyczną, a więc silnie magnesować się pod wpływem stosunkowo słabych prądów, co specialnie w urządzeniach łączności ma bardzo wielkie znaczenie. Innymi słowy, tworzywo powinno stawiać możliwie jak najmniejszy opór zmianom warunków jakim się je poddaje. Powinno więc być „magnetycznie miękkie". Przebieg pętli histerezy takiego tworzywa podaje krzywa „*a*" na rys. 6.

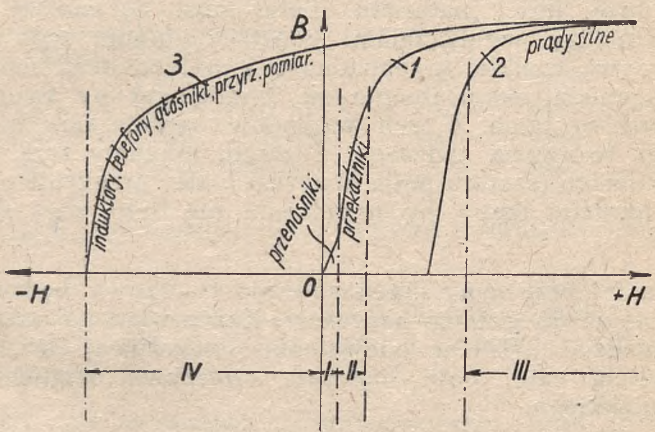


Rys 6. Pętlice histerezy a) tworzywa magnetycznie miękkiego b) tworzywa magnetycznie twardego

Linie tej krzywej leżą tak blisko siebie, że właściwie charakter pętli jest już zatarty. Ponieważ magnetyzm szczątkowy takiego tworzywa jest nieduży, przebieg pętli pokrywa się z przebiegiem „krzywej pierwotnej". W tych wypadkach dla celów konstrukcyjnych wystarcza zdjęcie dla próbki tylko krzywej pierwotnej tak, jak to pokazuje rys. 3. Taką krzywą powinno posiadać tworzywo stosowane w łączności, np. w technice prądów słabych we wzmacniakach, które

wchodzą w skład urządzeń dalekosiężnej łączności przewodowej. Tu musi być zachowana prosta proporcjonalność między natężeniem pola magnesującego a wywołaną nim w tworzywie indukcją, by uniknąć nieliniowych zniekształceń przesyłanych sygnałów (rozmowy). Dla tych urządzeń żąda się, by przenikalność tworzywa przybierała na wartości na początkowym odcinku krzywej magnesowania w sposób liniowy i by materiał wykazywał jak najmniejsze straty histerezy.

Po długoletnich doświadczeniach udało się uzyskać tworzywo odpowiadające powyższym wymaganiom. Krzywą pierwotną tego tworzywa widzimy na rys. 7.



Rys. 7 Określenie dziedziny zastosowania tworzyw magnetycznych na podstawie pętlic histerezy

Początkowy odcinek krzywej „*I*" jest dostatecznie długi i prostoliniowy, by można było tworzywo to zakwalifikować jako przydatne do konstrukcji przenośników (transformatorów używanych w łączności przewodowej) lub dławików małej częstotliwości. Odcinek ten zaznaczono na rys. 7 jako przedział „*I*". W rzeczywistości jest on bardzo krótki.

Technika przekaźnikowa, w której chodzi o uruchamianie przekaźnika małą mocą i zupełną pewność jak najszybszego i zupełnego rozmagnesowania jego rdzenia po wyłączeniu prądu magnesującego, wykorzystuje dla siebie dalszą część krzywej, oznaczoną na rys. 7 przedziałem „*II*".

Przedział ten kończy się w tym miejscu, w którym przenikalność tworzywa osiąga wartości maksymalne. Aby przy danym prądzie magnesującym pracować na krzywej pierwotnej i nie przekroczyć jej kolana, wymiary przekrojów rdzeni daje się dość duże. Pociąga to za sobą zwiększenie zużytej do konstrukcji ilości materiału, który jako wysokowartościowy jest kosztowny. Daje to jednak wielką pewność działania, a ponieważ urządzenia przekaźnikowe należą do technicznie drobnych, pomimo dużych przekrojów rdzeni zużycie materiału nie jest w sumie tak wielkie i nie podwyższa nadmiernie kosztów pojedynczego przekaźnika.

Inaczej przedstawia się ta sprawa w technice prądów silnych, gdzie wykonanie każdego urządzenia wymaga zwykle bardzo dużej ilości materiału. Tutaj musi się znaleźć kompromis między wymaganiami konstrukcyjnymi, żądającymi od tworzywa wielkiej przenikalności i małych strat histerezy a wymaganiami eksploatacyjnymi, żądającymi by tworzywo było możliwie tanie. Z tych względów ograniczamy się nie tylko do tworzywa tańszego, a zatem magnetycznie mniej wartościowego (szersza pętla histerezy), ale i przekroje odmierzymy bardziej skąpo, by urządzenie nie było zbyt drogie i ciężkie.

Dla tej przyczyny magnesowanie tworzywa będzie odbywać się aż do granicy nasycenia. Zaznaczono to na rys. 7 jako przedział „*III*" w odniesieniu do krzywej „*2*", która jest częścią całej pętli histerezy tworzywa magnetycznie mniej miękkiego.

W przeciwieństwie do tych zastosowań, gdzie chodziło o tworzywo o jak najmniejszym magnetyzmie szczątkowym i koercji, są inne jeszcze zastosowania gdzie potrzebne są właściwości tworzywa wręcz przeciwne, tj. jak największy magnetyzm szczątkowy i jak największa koercja. Tworzywo takie nazywamy magnetycznie twardym. Ten jego rodzaj jest potrzebny przede wszystkim dla budowy magnesów w przyrządach pomiarowych, w głośnikach, telefonach itp. Pętla histerezy takiego tworzywa przedstawia się całkiem odmiennie, co najlepiej obrazuje krzywa „*b*" na rys. 6. Tworzywo magnetyczne użyte do konstrukcji elementów tych urządzeń musi po obrobieniu go dać się silnie namagnesować i magnesowanie to w niezmienionej wielkości zatrzymać. Część krzywej o bardzo szerokiej pętli histerezy, którą wykorzystuje się dla pracy wspomnianych urządzeń, zaznaczona jest na rys. 7 jako przedział „*IV*".

W tabeli podanej niżej zestawiono dane co do składu procentowego składników niektórych doskonałych tworzyw magnetycznie miękkich i co do ich właściwości magnetycznych. Odnośnie tych ostatnich najbardziej interesującą jest tzw. przenikalność wstępna i przenikalność maksymalna oraz koercja, jako najbardziej charakterystyczne właściwości tej grupy tworzyw. Cyfry wskazują, że nowoczesne tworzywa w stosunku np. do nakrzemienionych blach, stosowanych w konstrukcji dynamomaszym, są rzeczywiście świetne.

Tworzywa magnetycznie miękkie

Nazwa	Przybliżony skład w %	μ początkowe	μ maksym.	Koercja ersted	Opór elektr. $\frac{\Omega}{mm^2\ m}$
Blacha dynamo	93 Fe, 7 Ni	450	7000	0,5	0,55
M 89	60 Fe, 40 Ni	2000	7000	0,5	0,67
Permalloy A	24 Fe, 76 Ni	6000	80000	0,05	0,2
Permalloy C	20 Fe, 77 Ni, 3 Mo	10000	50000	0,04	0,55
Metal „Mi"	14 Fe, 76 Ni, 7 Cu, 3 Cr	12000	45000	0,03	0,45

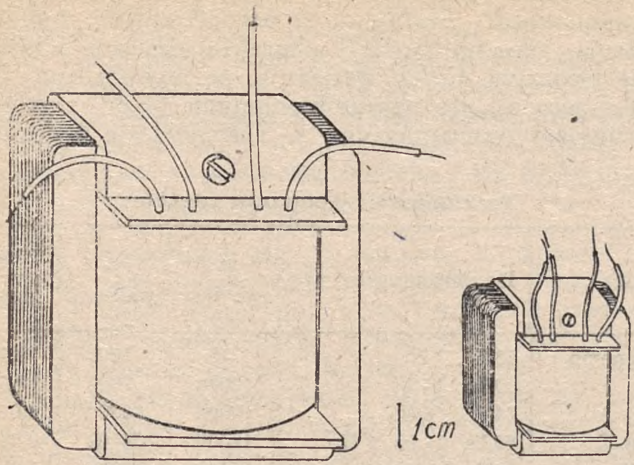
Fe = żelazo, Mo = molibden, Cr = chrom, Cu = miedź, Ni = nikiel

Dla lepszego zobrazowania tych cyfr przytoczymy następujące doświadczenie wykonane w jednym z laboratoriów fabrycznych:

Na pręt wykonany z nowoczesnego stopu „1040" produkcji zakładów Siemensa o początkowej przenikalności $30 - 50 \times 10^3$ (!) o długości około 0,5 m i grubości ołówka nawija się mniej więcej 100 zwojów. Końce tej cewki przyłącza się do normalnego miliamperomierza laboratoryjnego. Dzięki swej olbrzymiej przenikalności magnetycznej rdzeń cewki koncentruje w sobie ziemskie pole magnetyczne w tym stopniu, że gdy wykona się nim niewielkie i przeciętnie szybkie przesunięcie względem zwojów, wywoła się przez to w cewce siłę elektromotoryczną, która spowoduje wcale pokaźne wychylenie wskazówki przyrządu.

Tabela i przytoczony przykład pouczają o wielkim nakładzie pracy, jaki włożono w zagadnienia uzyskania wysokowartościowych tworzyw magnetycznych. Odbiło się to bardzo silnie także na wymiarach przekaźników, przenośników transformatorów pomiarowych itp. Wpływ wywarty na wielkość

elementów konstrukcyjnych ilustruje rys. 8, przedstawiający dwa przenośniki (transformatory) o tej samej mocy.



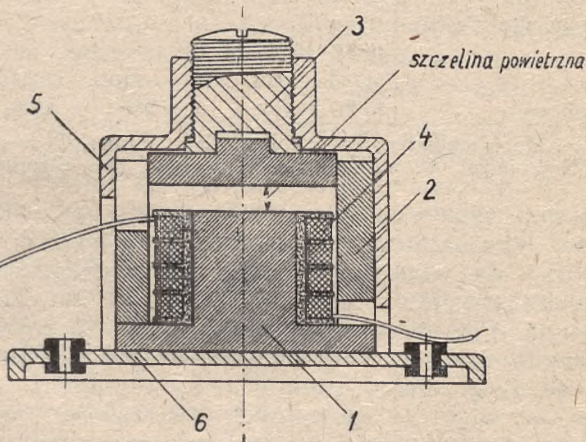
Rys. 8. Dwa przenośniki o jednakowej mocy. Z prawej — przenośnik wykonany z nowoczesnego materiału magnetycznego

Różnica w wielkości przenośnika wykonanego z nowoczesnego tworzywa w stosunku do przenośnika dawnego typu — jest widoczna. Zmniejszenie wymiarów elementów konstrukcyjnych, jakie uzyskuje się dzięki stosowaniu nowoczesnych tworzyw magnetycznych, ma znaczenie dla przenośnego lub lotniczego sprzętu łączności ze względu na znaczne obniżenie jego ciężaru.

Omawiając tworzywa magnetyczne należy pokrótce poruszyć kwestię prądów wirowych, które jak wiadomo również powodują straty. Przy prądach silnych zapobiega się tym stratom stosując do konstrukcji rdzeni transformatorów, biegunów maszyn elektrycznych itp. cienkie i izolowane od siebie blachy. W technice, choćby tylko dalekosiężnej łączności przewodowej, sposób ten zupełnie zawodzi. Rdzenie cewek indukcyjnych włączonych w kabel dla przeciwdziałania pojemności międzyprzewodowej muszą posiadać tylko znikome straty na prądy wirowe, w każdym razie znacznie mniejsze aniżeli te, które występują wtedy, gdy rdzenie są wykonane z blach. Jeszcze silniej dają się te straty odczuwać w łączności radiowej operującej wielką częstotliwością. Przekonano się bowiem, że straty na prądy wirowe rosną z kwadratem często-

tliwości. W drodze długich i usilnych prac osiągnięto nowy rodzaj tworzywa magnetycznego w postaci mieszaniny subtelnego proszku kilku rodzajów żelaza i metali. Proszek ten uzyskuje się w drodze redukcji odpowiednich tlenków w atmosferze wodoru. Prasuje się go następnie pod ciśnieniem nadając uzyskanym tym sposobem fabrykatom żądane kształty. Uzyskane tą metodą np. rdzenie „masowe“ składają się w 98% z tworzywa magnetycznego, a mimo to posiadają bardzo małe straty na prądy wirowe.

Mikroskopijnie małe ziarnka czystego metalu o średnicy rzędu kilkutysięcznych części milimetra są nawzajem od siebie izolowane i taki rdzeń, złożony prawie że całkowicie z metalu, przyłożony do zacisków kilkuwoltowej baterii zachowuje się dla przepływu prądu jak izolator. Tworzywom tym nadano w zależności od sposobu fabrykacji nazwy „ferrocart“ (czytaj ferrokart), „sirufer“, „perminwar“ itd. Wykonuje się z nich przede wszystkim rdzenie stosowane w urządzeniach wielkiej częstotliwości a więc w aparatach radiowych, a także i w aparatach dla dalekosiężnej telefonii przewodowej.



Rys. 9. Cewka dla obwodu wielkiej częstotliwości odbiornika o rdzeniu ferrocartowym.

Rysunek 9 przedstawia małą cewkę z rdzeniem ferrocartowym, używaną w odbiorniku radiowym.

Widzimy, że w korpusie bakelitowym „*5*“ mieści się rdzeń masowy „*1*“. Śruba bakelitowa „3“ pozwala na regulację szczeliny „*s*“, a tym samym reguluje indukcyjność cewki „*4*“

Z kolei zajmiemy się bliżej tworzywami magnetycznie twardymi. Dane tych tworzyw odnośnie ich nazw, składu procentowego i ujętych cyfrowo właściwości zestawione są w tabeli podanej niżej.

Tworzywa magnetycznie twarde

Nazwa	Przybliżony skład w %	Koercja ersted	Ramanent gaus	Obrabialność
Stal chromowa	96 Fe, 3 Cr, 1 C	65	10000	średnia
Stal kobaltowa	72 Fe, 15 Co, 10 Cr, 2 Mo	180	9000	"
Stopy:				
miedzio-niklo-żelazny	20 Fe, 20 Ni, 60 Cu	450	3000	łatwa
żelazo-alu-niklowy	60 Fe, 27 Ni, 13 Al	530	6200	zła
żelazo-alu-niklo-kobaltowy	65 Fe, 20 Ni, 12 Al, 3 Co	320	8100	"
żel-alu-niklo-kobalto-miedz. z uprzywilejowanym kierunkiem	51 Fe, 16 Ni, 16 Co, 14 Al, 3 Cu	590	12200	"
żel-niklo-alu-kobalto-miedzio-tytanowy	46 Fe, 16 Ni, 14 Al, 17 Co, 4 Cu, 3 Ti	710	7000	"
platyno-kobaltowy	76 Pt, 24 Co	2600	4500	średnia

Fe = żelazo, Mo = molibden, Co = kobalt, Cr = chrom, Cu = miedź, Ni = nikiel, C = węgiel, Al = aluminium, Ti = tytan, Pt = platyna.

W grupie tych tworzyw interesują nas najbardziej takie właściwości jak magnetyzm szczątkowy i koercja. Ideałem jest, by obie te właściwości były jak największe. Np. dla konstrukcji przyrządów pomiarowych ważne jest, by magnes stały posiadał nie tylko duży magnetyzm szczątkowy (był „silny“) ale by zachowywał namagnesowanie na bardzo długi okres czasu bez zmiany, mimo niesprzyjających chwilowo warunków, a więc — doznanych wstrząsów, zwiększenia temperatury otoczenia itp. Jest to konieczne z tego względu, by przyrząd miał zawsze wskazania prawidłowe i dokładne.

Dlatego podano w tabeli przede wszystkim te dwie wielkości jako najważniejsze. Do postępu w tej dziedzinie przyczynili się wiele Japończycy. Trzeba przyznać, że i tu zaznaczył się on bardzo i jak wynika z podanych tabeli cyfr nowoczesne tworzywa twarde magnetycznie, stosowane w łączności w dziedzinie budowy telefonów, głośników, przyrządów pomiarowych itp. należą do rzeczywiście doskonałych. Ponieważ są to tworzywa konstrukcyjne, interesującą jest także i łat-

wość z jaką dają się obrabiać, a więc piłować, toczyć, ciąć i nawiercać. Okazuje się, że sporo z nich nie nadaje się do obróbki lub tylko częściowo przez szlifowanie. Dlatego i tutaj jest dążność do stosowania tworzyw ferromagnetycznych sproszkowanych, które można by prasować, zwłaszcza tam gdzie chodzi o wyrób drobnych części składowych. Cyfry podane w tabeli dają mniej wprawnemu czytelnikowi skromne wyobrażenie o tym, jak znakomicie ulepszonymi tworzywami dysponuje dziś technika łączności.

By lepiej zobrazować wysoką wartość nowoczesnych tworzyw magnetycznie twardych, nadmienimy dla przykładu, że przy fabrycznym składaniu instrumentów pomiarowych muszą być przedsięwzięte specjalne środki zapobiegawcze. W halach i pomieszczeniach montażowych musi unikać się nawet najdrobniejszych przedmiotów żelaznych, począwszy od narzędzi a skończywszy na drobiazgach codziennego użytku pracującej załogi. Magnesy przyciągają wszystko co żelazne z ogromną siłą tak, że nawet powietrze musi być specjalnie filtrowane przed wprowadzeniem go do pomieszczeń fabrycznych. Przez to unika się obsiadania magnesów przez drobne i gołym okiem niedostrzegalne pyłki żelaza, których obecność na magnesach powodowałaby zaburzenia w dokładności wskazań precezyjnych przyrządów pomiarowych.

Magnesy stałe, zwłaszcza dla przyrządów pomiarowych, muszą być poddane po magnesowaniu procesowi „starzenia" tak długo, dopóki nie osiągną na stałe trwałego magnetyzmu szczątkowego. Już samo złożenie magnesów na skład powoduje, że po dłuższym czasie ulegają „zestarzeniu się" zachowując pozostały magnetyzm szczątkowy już w stanie niezmienionym. Trwa to jednak długo i w przypadkach produkcji masowej magnesy postarza się sztucznie przez umieszczenie ich w polu magnetycznym prądu zmiennego. Cały ten proces trwa tylko chwilę i dokonuje się go na kompletnie zmontowanym przyrządzie.

Na zakończenie dodamy, że istnieje jeszcze jedna właściwość magnetyczna, tzw. „magnetostrykcja". Polega ona na zmianie długości materiału w zależności od stopnia namagnesowania. Pręt niklowy ulega skróceniu, żelazny zwiększa początkowo swą długość, by przy dalszym wzroście natężenia pola magnesującego ulec skróceniu. Ostatnio rozpoczęto wykorzystywać tę właściwość tworzyw magnetycznych na skalę techniczną dla przetwarzania energii elektrycznej w energię dźwiękową w obszarze częstotliwości słyszalnych, a szczególnie w obszarze częstotliwości nadsłyszalnych obejmującym zakres częstotliwości od 10 do 100 kc.

Kpt. MALINOWSKI WACŁAW

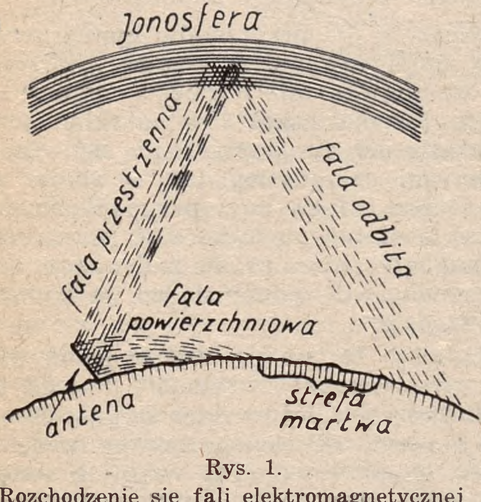
OGÓLNE WIADOMOŚCI O ROZCHODZENIU SIĘ FAL ELEKTROMAGNETYCZNYCH I O WOJSKOWYCH ANTENACH POLOWYCH

Rozchodzenie się fal elektromagnetycznych

Fale elektromagnetyczne wypromieniowane przez antenę rozchodzą się nie we wszystkich kierunkach jednakowo. W zależności od typu anteny część energii rozprzestrzenia się w kierunku poziomym, wzdłuż powierzchni ziemi lub też pod różnym kątem, pionowo albo w obu kierunkach, w górę i wzdłuż powierzchni ziemi. Rozróżniamy zasadnicze dwa rodzaje promieniowania anteny:

a) w płaszczyźnie poziomej—wzdłuż powierzchni ziemi—fala powierzchniowa (promieniowanie przyziemne);

b) w płaszczyźnie pionowej — skośnie, pionowo w górę — fala przestrzenna, która rozchodzi się w przestrzeń i pada na powierzchnię ziemi po odbiciu się od jonosfery jako tzw. fala odbita (rys. nr 1).



Rys. 1.
Rozchodzenie się fali elektromagnetycznej (powierzchniowej i przestrzennej)

Fala powierzchniowa rozchodzi się w innym ośrodku niż fala przestrzenna. Na swoich drogach napotykają one na zupełnie inne przeszkody, więc energie przenoszone tymi falami na

pewnych odległościach, na powierzchni ziemi będą różne. W pewnych wypadkach można uzyskać lepszy odbiór na fali przyziemnej, w innych na fali odbitej.

Promieniowanie przyziemne

Fale elektromagnetyczne wychodzące z anteny w kierunku ziemi rozchodzą się wzdłuż jej powierzchni poprzez glebę, wodę, pokrycie ziemi, gdzie są silnie tłumione. Rozciągnięty promień anteny ponad powierzchnię ziemi promieniuje znaczną część energii w kierunku poziomym, równolegle do powierzchni ziemi, następnie w zależności od kształtu anteny więcej lub mniej energii w skos i do góry.

Fala powierzchniowa jest silnie tłumiona przez wysoką trawę, krzaki, drzewa liściaste. Najmniej tłumiona będzie ponad terenem wilgotnym bez pokrycia, ponad jeziorami, błotami z niską trawą. Jeszcze bardziej zmniejszy się tłumienie, gdy promieniowanie będzie się rozchodziło ponad morzem, czy słonym jeziorem.

Teren wilgotny, otwarty odbija niemal całą wypromieniowaną przez antenę energię. Przy małej antenie pionowej, ustawionej na powierzchni takiej ziemi, dobrze przewodzącej na skutek odbicia, uzyskuje się pole elektromagnetyczne dwukrotnie większe.

Ziemia sucha lub zamarznięta, pokryta śniegiem, zamarznięte powierzchnie wód powodują silne tłumienia. Natomiast tłumienie gleby wilgotnej pokrytej drzewami liściastymi maleje podczas mrozu, pokrycia śniegiem.

Natężenie pola fali przyziemnej, wypromieniowanej przez antenę pionową wynosi:

$$E = \frac{w \cdot h \cdot I}{r^2 \cdot \lambda} \quad \frac{\mu V}{m}$$

gdzie h — wyraża wysokość skuteczną anteny nadajnika w m

I — prąd w antenie w amp.

r — odległość nadajnika od odbiornika w km

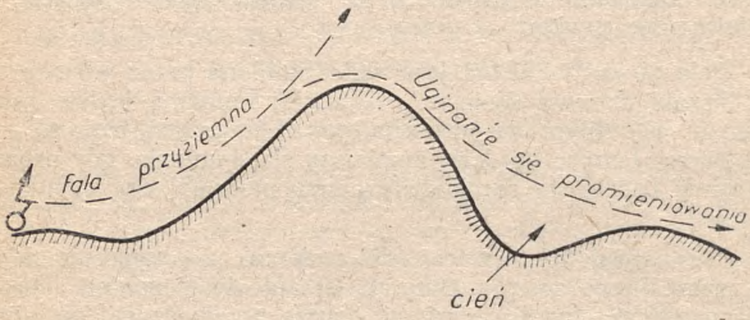
λ — długość fali w m

w — współczynnik, który w zależności od rodzaju terenu między nadajnikiem i odbiornikiem posiada następujące wartości:

słodkowodne jeziora, błota z niskimi zaroślami . .	16
gleba błotnista	24

gleba sucha	04
ziemia zamarznięta, pokryta śniegiem	04
błota z wysokimi zaroślami	0,5—0,1

Góry, wysokie pagórki — zmieniają kierunek rozprzestrzeniania się fal radiowych. W górach często nie można uzyskać łączności radiowej przy pracy na fali przyziemnej. Należy korzystać z fal odbitych (fale krótkie). Wpływ ukształtowania się terenu na rozchodzenie się fali przyziemnej — przedstawia rys. 2.



Rys. 2.
Wpływ ukształtowania powierzchni ziemi na rozchodzenie się fali przyziemnej

Przeciwwaga

Prądy powstające w ziemi w pobliżu anteny powodują pochłanianie promieniowanej energii. Dla zmniejszenia strat energii w ziemi, uzyskania ruchliwości stacji i kierunkowości promieniowania używa się przeciwwagi. Jest to jeden lub kilka przewodów wyciągniętych w kierunku korespondenta na niewielkiej odległości od ziemi. Przeciwwaga wywołuje rozkład prądów, które wywierają wpływ na charakterystykę kierunkowości anteny i osłabiają pochłaniające działanie ziemi na promieniowanie anteny w kierunku wyprowadzenia przeciwwagi. W kierunku przeciwnym następuje wyraźne osłabienie pola elektromagnetycznego anteny.

Na ziemi suchej zamarzniętej kierunkowość promieniowania znacznie się zmniejsza.

Promieniowanie odbite

Fala przestrzenna, wypromieniowana przez każdą antenę skośnie, względnie pionowo do góry, sięga do najwyższych warstw atmosfery, które tworzą jonosferę (warstwy Heaviside'a).

Jonosfera zaczyna się na wysokości 50 km i dochodzi do 400 km. W atmosferze rozrzedzonych gazów na tych wysokościach znajduje się wielka ilość jonów i swobodnych elektronów, wytrąconych z cząsteczek gazów pod wpływem działania promieni słonecznych.

Głębokość warstwy jonosfery stale się zmienia. Dniem, kiedy jest silne działanie promieni słonecznych, warstw zjonizowanych będzie więcej, nocą — mniej. Fala elektromagnetyczna napotykając na dobry przewodnik ulega wygięciu się i odbija się prawie bez strat, napotykając na dobry izolator przechodzi również bez strat; natomiast napotkane półprzewodniki (jak np. słabo zjonizowane cząsteczki powietrza) powodują straty energii fali elektromagnetycznej na ciepło Joule'a.

W czasie dnia na wysokości 50 km, gdzie jest najmniejsza koncentracja jonów i elektronów, przenikająca fala elektromagnetyczna zostaje częściowo pochłonięta (zwłaszcza silnie są tłumione fale długie, krótkie — bardzo mało). Dalsza warstwa na wysokości 90 km jest na tyle zjonizowana, że już odbija fale o długości 100 — 120 m. Odbicie fali następuje na skutek zmiany szybkości rozchodzenia się fali w środowisku posiadającym jony i wolne elektrony.

Na wysokości 180 do 400 km znajduje się warstwa dobrze odbijająca fale krótkie.

Nocą jonosfera sięga od 90 do 300 km. Warstwa odbijająca zaczyna się na wysokości 250 km.

Fala elektromagnetyczna, o ile nie pada prostopadle do jonosfery, musi do pewnej granicy ulegać coraz to większemu załamaniu się od prostopadłej w kolejnych punktach padania.

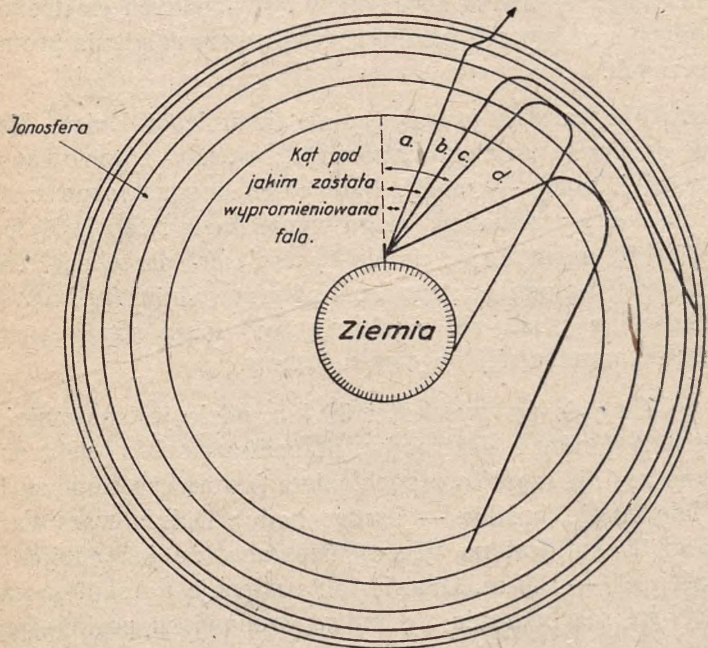
To załamanie się jest tym silniejsze, im mniejsza jest częstotliwość fali (dłuższa fala).

Fala po załamaniu się może przebiegać w następujących kierunkach (rys. 3):

a) równolegle do powierzchni ziemi (krzywa b);

b) z powrotem, ku powierzchni ziemi, na skutek dalszego załamania się (krzywa c);

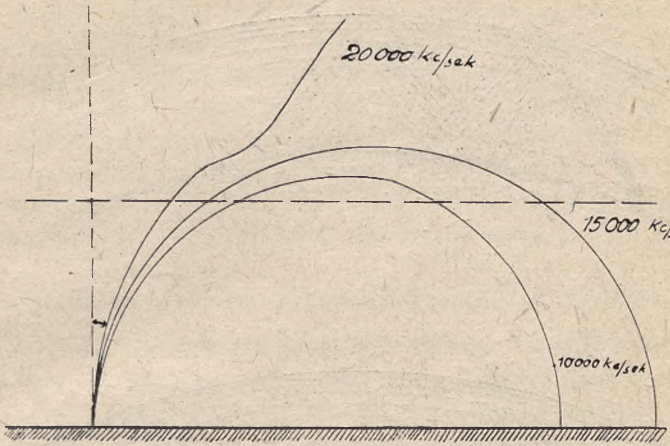
c) poza granicę jonosfery, na skutek przeniknięcia warstwy maksymalnej jonizacji (krzywa a).



Rys. 3. **Załamywanie się fali elektromagnetycznej w jonosferze, w zależności od kąta nachylenia promieni i dalsza ich droga**

Możliwość powrotu fali na ziemię zależy od częstotliwości fali i od kąta padania. Dla każdej częstotliwości istnieje pewien najmniejszy kąt padania, od którego począwszy następuje załamanie się promieni ku ziemi. Poniżej tego kąta występuje przenikanie przez warstwę jonosfery. Ten kąt graniczny dla danej częstotliwości wyznacza najmniejszą odległość od anteny nadawczej, na której fala o danej długości, przy danym stanie jo-

nosfery może powrócić na ziemię. Im większa częstotliwość, tym większy jest kąt graniczny, czyli tym mniejszy musi być kąt pomiędzy promieniowaniem fali a poziomem.



Rys. 4. Wpływ częstotliwości fali elektromagnetycznej na jej załamanie się w jonosferze

Jeżeli antena wypromieniuje kolejno dwie fale o różnych częstotliwościach, ale pod jednym i tym samym kątem, to fala krótsza powróci na ziemię po odbiciu się od jonosfery w odległości dalszej niż fala dłuższa.

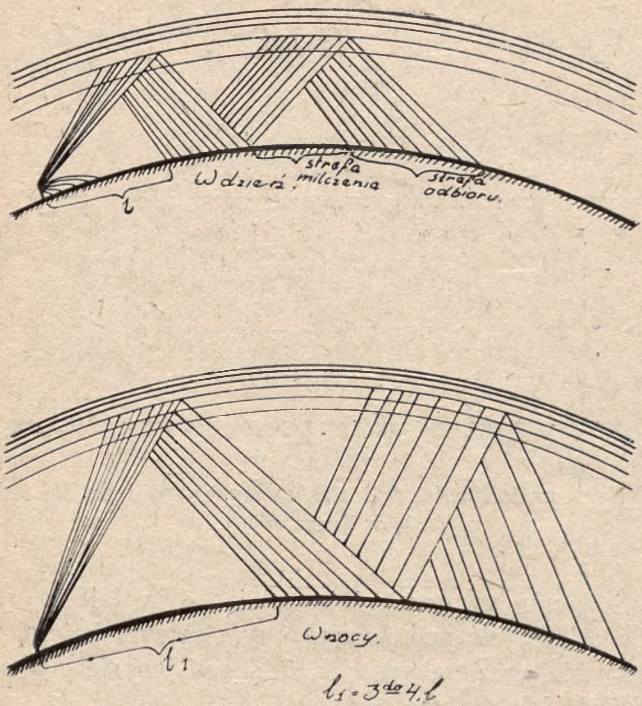
Krótsza fala głębiej przenika do jonosfery i dłuższą przebiega w niej drogę, zanim się odbije.

Może się zdarzyć, że fala długa po odbiciu się nie trafi na powierzchnię ziemi lecz znów do jonosfery (krzywa d. rys. 3).

Zasięg fali powierzchniowej, w miarę wzrostu częstotliwości — maleje, natomiast zasięg fali odbitej — powiększa się.

Ponieważ w nocy wysokość jonosfery jest większa niż w dzień, więc dla tej samej częstotliwości i tego samego kąta padania odległość powrotu tej fali na ziemię jest większa niż w dzień. Tak samo nocą będzie szersza strefa odbioru danej fali, tj. szersza przestrzeń na powierzchni ziemi, którą pokryje odbita

fala. Wobec tego nocą strefy milczenia, tj. miejsca na powierzchni ziemi, na które nie pada fala odbita, będą węższe niż w czasie dnia.



Rys. 5. Strefy odbioru i milczenia na powierzchni ziemi

Tłumienie

Podczas rozprzestrzeniania się fal w ośrodku zawierającym wolne elektrony, energia fali będzie pochłaniana w większym lub mniejszym stopniu. Będzie to zależało od częstotliwości, od stopnia rozrzedzenia gazów, w którym unoszą się elektrony i od koncentracji elektronów.

Tłumienie zmniejsza się gwałtownie ze wzrostem częstotliwości.

Krótkie fale są znacznie mniej tłumione niż długie. Najwyższa warstwa jonosfery ma największą gęstość elektronów; wobec tego tłumienie jest tam bardzo małe, następuje niemal całkowite odbicie wpadającej fali. Najniższa warstwa wówczas dużo tłumi, gdy jest dostatecznie zjonizowana a więc w dzień.

Z tego względu podczas pracy radiostacyj małej mocy na dalsze odległości należy używać odbitych fal krótkich. Fale 60—200 m mogą odbijać się od jonosfery dniem i nocą, gdy antena wysyła promieniowanie pod dużym kątem. Jednak ze względu na najniższą warstwę jonosfery korespondencja w dzień i na dalsze odległości, na falach odbitych o długości 60 — 200 m będzie znacznie utrudniona. Zasadniczo w czasie dnia najlepiej jest korespondować na falach 10 — 15 m, nocą zaś 50 m i więcej.

Ogólne wiadomości o polowych antenach wojskowych

W radiostacjach polowych anteny ze względów taktyczno-technicznych posiadają małe wymiary i służą jednocześnie do pracy nadajnika i odbiornika. Względy taktyczne wymagają łatwości maskowania anteny w każdych warunkach pracy, możliwości prowadzenia korespondencji w czasie postoju i marszu, szybkiego ustawienia i zwijania anteny, łatwej obsługi, jak najmniejszych wymiarów anteny (ze względu na łatwość transportu i ochronę przed ogniem nieprzyjaciela). Do każdej radiostacji wojskowej przydziela się przeważnie po dwa lub więcej typów anten. Prawidłowy wybór anteny będzie zależał od wymagań technicznych danej radiostacji i od sytuacji taktycznej, w jakiej odbędzie się korespondencja. Przede wszystkim należy brać pod uwagę zakres fali przydzielonej do pracy, następnie zasięg radiostacji i odległości między korespondentami, dopuszczalne wymiary anteny ze względów na warunki pracy, akcję bojową oraz samą konstrukcję anteny, która zadecyduje o szybkości ustawienia i ruchliwości radiostacji. Najczęściej wymaga się od anteny dużego zasięgu oraz zapewnienia dobrej łączności radiowej na danym zasięgu. Z tych względów przy wyborze anteny należy brać pod uwagę:

1. sprawność anteny;

2. kierunek wyprowadzenia promienia anteny i przeciwwagi. Sprawność zależy przede wszystkim od geometrycznych

wymiarów anteny i przeciwwagi, od miejsca ustawienia anteny (wpływ terenu i otaczających przedmiotów) i czasem od długości fali.

Sprawność zmniejsza się przy małych wymiarach anteny, przy mniejszej ilości promieni i przeciwwagi, jak również przy zbliżaniu lub przy stykaniu się przewodów anteny względnie jej doprowadzeniu do ziemi lub innych przedmiotów (części metalowe, gałęzie drzew, wilgotne ściany budynków itp). Sprawność zmniejsza się również ze wzrostem oporności przewodów anteny i przeciwwagi, przy złych kontaktach, przy pogorszeniu się stanu izolacji przewodów lub nadłamaniu żyły przewodów oraz przy pokryciu się linki miedzianej grubszą warstwą osadu (tlenku miedzi). W niektórych wypadkach maleje sprawność przy promieniowaniu niższych częstotliwości, tj. dłuższych fal. Więc aby uzyskać jak największą sprawność anteny należy:

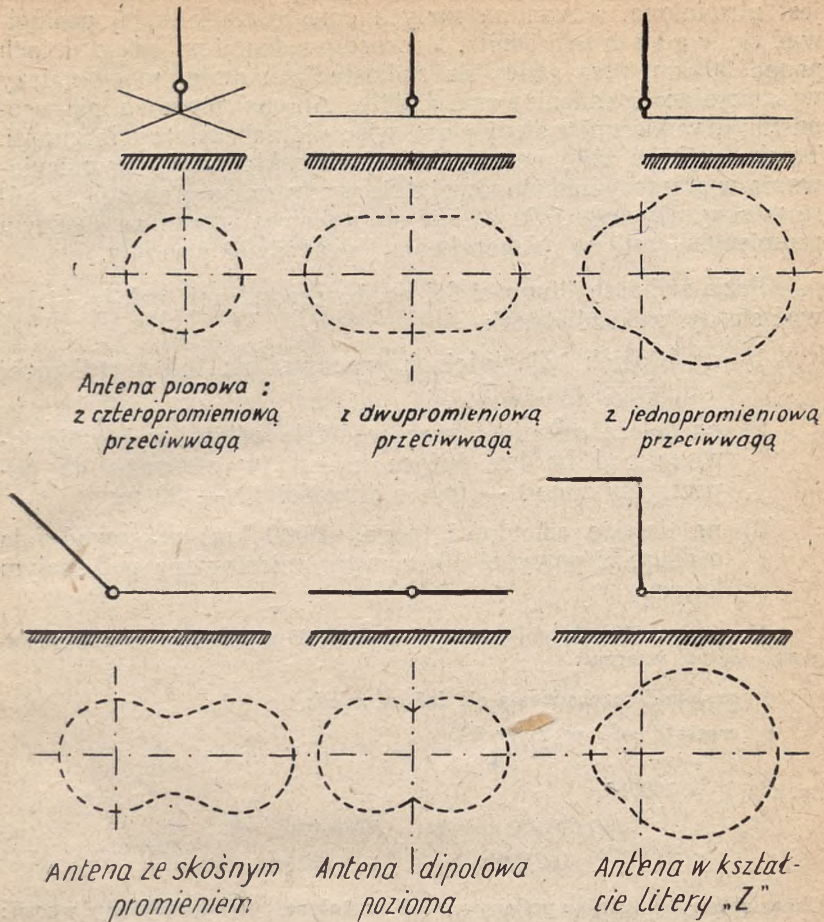
a) powiększyć wymiary anteny i przeciwwagi w granicach do ¼ długości fali, na której ma być praca (podwyższyć antenę, dać więcej i dłuższe promienie z zachowaniem proporcyj przewidzianych w instrukcjach danych anten);

b) ustawić antenę w terenie wilgotnym, otwartym, z dala od drzew, budynków i w kierunku przeciwnym korespondenta;

c) zapewnić dobre połączenie anteny z aparaturą.

Kierunek wyprowadzenia promieni anten i przeciwwag ma bardzo ważne znaczenie. Przez odpowiedni kierunek promienia anteny można uzyskać przy tej samej mocy nadajnika dużo większy zasięg, bez powiększania wymiarów anteny, nie zajmując większej przestrzeni w terenie. Prócz tego przez prawidłowy dobór kierunku zmniejsza się przeszkadzający wpływ innych radiostacyj i poniekąd maskuje się własną korespondencję częściowo utrudniając podsłuch nieprzyjacielowi.

Schematycznie można przedstawić następująco kształt pola, objętego rzutem poziomym wypromieniowanej energii przez różnego rodzaju anteny, tzw. poziome charakterystyki promieniowania.



Rys. 6. Poziome charakterystyki promieniowania różnych anten

Wybór anteny ze względu na rodzaj wypromieniowanej fali

Podczas korespondencji na małych odległościach do 30 km należy posługiwać się falą przyziemną, więc trzeba stosować anteny promieniujące intensywnie w dół na powierzchnię ziemi. Najlepsza w tym wypadku będzie antena pionowa. O ile zależy nam na promieniowaniu anteny w określonym kierunku w płaszczyźnie poziomej, wówczas należy stosować: antenę pionową z przeciwwagą w kierunku korespondenta lub poziomy nisko zawieszony dipol.

W terenie górzystym korespondencja na fali przyziemnej jest utrudniona. Nawet na małych odległościach lepiej posługiwać się w górach falą odbitą. Do korespondencji na odległościach ponad 30 km, przy pracy na radiostacjach małej mocy należy wykorzystać promieniowanie odbite. Antena pionowa nie promieniuje w kierunku swojej osi, więc nie zabezpieczy łączności. Trzeba wybrać taką antenę, której charakterystyka promieniowania w płaszczyźnie pionowej daje wystarczającą energię w górę w skos. Do tego celu nadaje się najlepiej antena ze skośnym promieniem, antena „Amerykanka" oraz dipol poziomy.

Przy wyborze długości fal do korespondencji należy kierować się np. wskazówkami:

1) na bliskich odległościach pracować na fali przyziemnej o długości ponad 30 m;

2) na dalszą odległość pracować falą odbitą, wypromieniowaną pod bardzo dużym kątem (w stosunku do powierzchni ziemi) — fala o długości 10 — 80 m;

3) na dalekie odległości (ponad 2.000 km) pracować falą o długości powyżej 10 m, wypromieniowaną pod małym kątem.

U w a g a. W celu obliczenia długości fali w metrach należy posługiwać się np. wzorem:

$$\lambda = \frac{c \text{ (szybkość rozchodzenia się fali w m/sek.)}}{p \text{ (częstotliwość w cyklach)}}$$

np. dla λ = 100000 c

$$\lambda_m = \frac{300\,000\,000 \text{ m/sek.}}{100\,000 \text{ c}} = \frac{300\,000 \text{ km/sek.}}{100 \text{ kc}} = 3000 \text{ m}$$

Chcąc obliczyć λ_m mając podany nr fali (ustalonej) należy użyć np. wzoru:

$$\lambda = \frac{12000}{N}$$

np. dla nr fali 80:

$$\lambda = \frac{12000}{80} = 150 \text{ m}$$

Przy obliczaniu częstotliwości w cyklach (hercach) korzystamy np. z wzoru:

$$f_c = N \,.\, 25000.$$

np. dla nr fali 240:

$$f_c = 240 \,.\, 25000 = 6000000 \text{ cykli, czyli } 6000 \text{ kilocykli.}$$

Na zakończenie należy wspomnieć, że radiostacje wojskowe pracują zasadniczo na fali przyziemnej.

Tylko niektóre radiostacje są przeznaczone specjalnie do pracy na fali odbitej. Każda radiostacja w swojej charakterystyce ma podane liczby ilustrujące minimalne zasięgi radiostacji w zależności od typu używanej anteny. Będą to dane minimalne, przy których łączność musi być zapewniona, biorąc pod uwagę najgorsze warunki pracy, przeszkadzanie innych radiostacyj i średnią kwalifikację radiotelegrafistów obsługujących daną radiostację.

Przy lepszych warunkach pracy zasięg tej samej radiostacji może się powiększyć dwukrotnie i więcej. Nieraz zachodzi konieczność nawiązania łączności z radiostacją średniej lub małej mocy na dużą odległość. W takim wypadku będzie to możliwe tylko wówczas, gdy zastosuje się antenę powiększającą zasięg fali przyziemnej względnie taką, która umożliwi korespondencję na fali odbitej.

Kpt. inż. SACHAREWICZ H.

AMERYKAŃSKA RADIOSTACJA RĘCZNA

Armia amerykańska, jedna z najlepiej wyposażonych armij świata, również i w dziedzinie łączności wprowadza nowe wynalazki i ulepszenia. Ciekawym przykładem tego jest miniaturowa radiostacja ręczna typu „handie — talkie".



Rys. 1.

Cała aparatura nadawczo - odbiorcza wraz z zasilaniem mieści się w niewielkim podłużnym pudełeczku, niewiele większym od mikrotelefonu aparatu telefonicznego. Rysunek reklamowy (rys. 1) jednej z firm wyrabiających takie radiostacje pokazuje doskonale wielkość i poręczność całego urządzenia oraz do pewnego stopnia jego zastosowanie taktyczne.

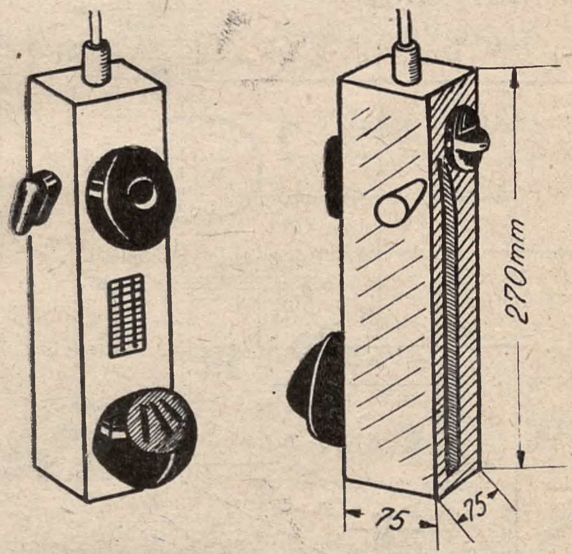
Rozpatrzmy np. jedną z takich radiostacyj (rys. 2).

Wymiary pudełka 7,5 × 7,5 × 27 cm, ciężar około 1,5 kg.

Radiostacja jest ultrakrótkofalowa i pracuje na zakresie częstotliwości 112 Mc (długość fali około 3 m). Antena prętowa umieszczona na wierzchu pudełka radiostacji pracuje na ćwiartce fali i posiada długość około 60 cm. Radiostacja daje dobrą

łączność nawet przy pewnym kącie nachylenia anteny względem poziomu.

Zasilanie odbywa się z dwóch ogniw żarzenia po 1,4 V połączonych równolegle i dwóch miniaturowych bateryj po 45 V połączonych szeregowo, poza tym mikrofon posiada oddzielne dodatkowe ogniwo. Baterie zasilające zajmują dolną część pudełka, górną zaś — części składowe radiostacji.



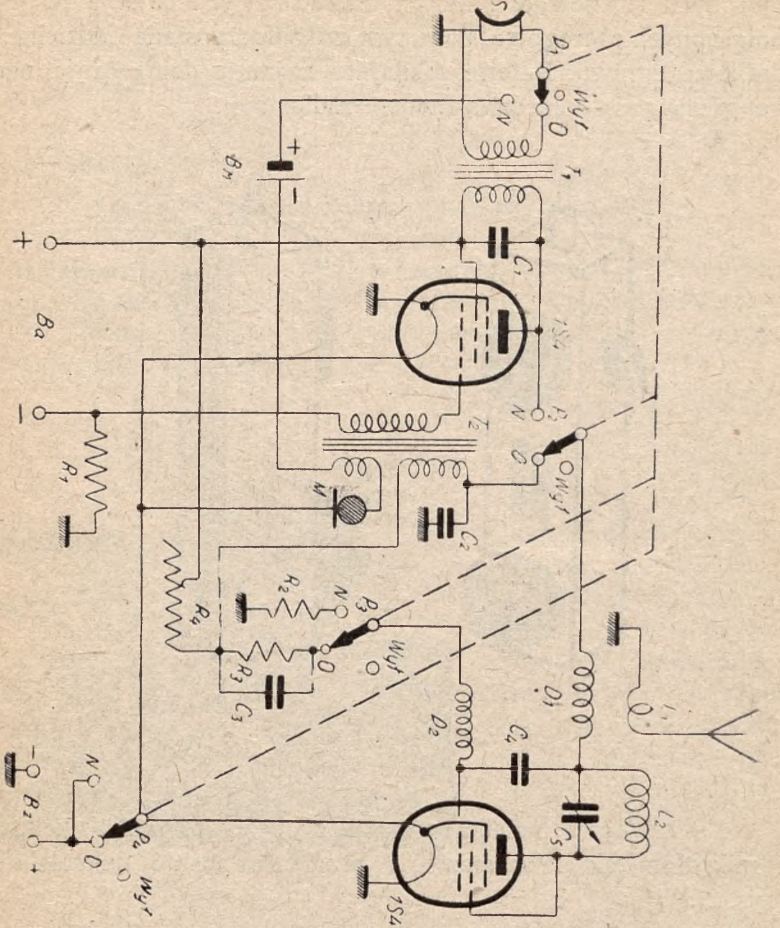
Rys. 2.

Na zewnątrz pudełka wystają z bocznej ścianki słuchawka i mikrofon tak, iż radiostacja przybiera postać mikrotelefonu (rys. 2).

Poza tym na zewnątrz wyprowadzone są gałki strojenia fali, regulatora, siły odbioru i przełącznika. Przełącznik posiada trzy położenia: odbiór — nadawanie i wyłączanie.

Dzięki zastosowaniu małych części, a zwłaszcza bateryj, miniaturowych lamp oszczędnościowych i dzięki ich układowi kombinowanemu (transiwerowemu) udało się całą radiostację zmieścić w tak małej przestrzeni.

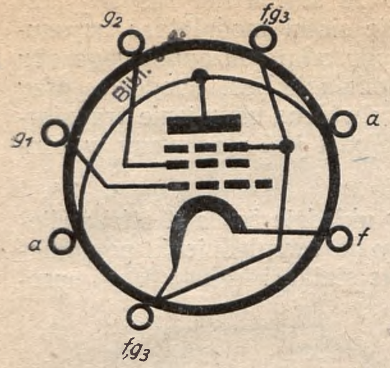
Kompletny schemat radiostacji wraz z wyszczególnieniem części składowych przedstawia rys. 3.



Rys. 3.

Radiostacja jest dwulampowa, zbudowana na miniaturowej oszczędnościowej pentodzie 1S4 o następujących danych:

$U_f = 1{,}4$ V;	$I_f = 0{,}1$ A.
$U_a = 90$ V;	$I_a = 1{,}6$ m A.
$U_{g_1} = -7$ V;	$U_{g_2} = 67{,}0$ V.
$R_i = 100000\ \Omega$;	$P_a = 270$ m W.

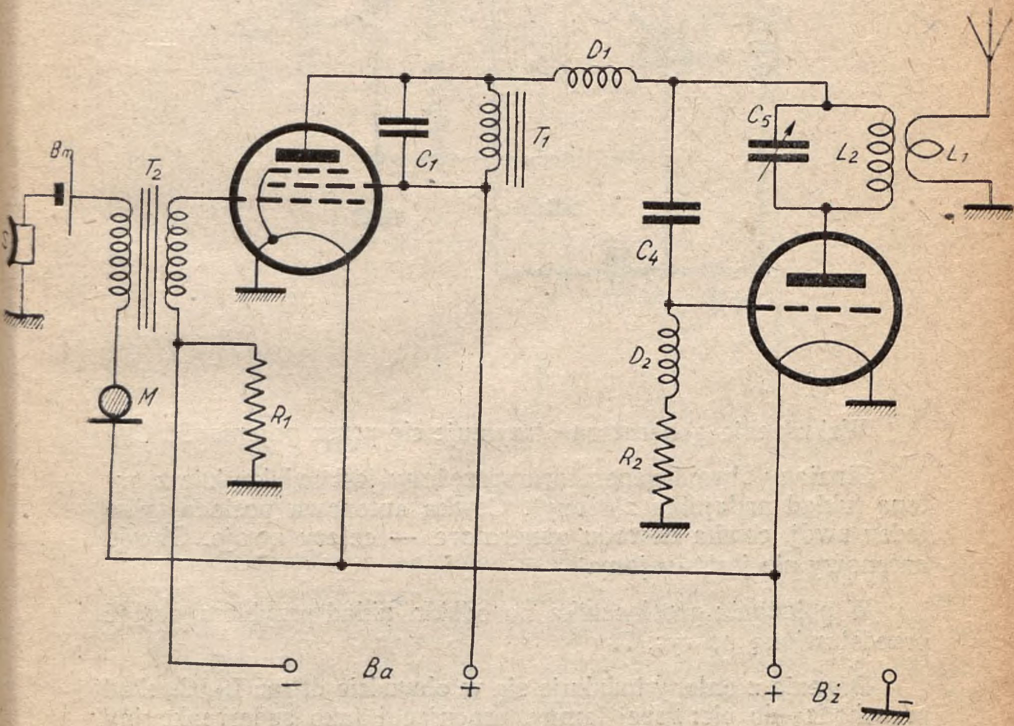


Rys. 4.

Układ elektrod lampy podaje wraz z ich oznaczeniami rys. 4.

Jedna lampa z siatką ekranową, przyłączoną do anody, pracuje jako triodowy generator (w nadajniku) i detektor (w odbiorniku); druga — jako modulator (w nadajniku) i wzmacniacz małej częstotliwości (w odbiorniku).

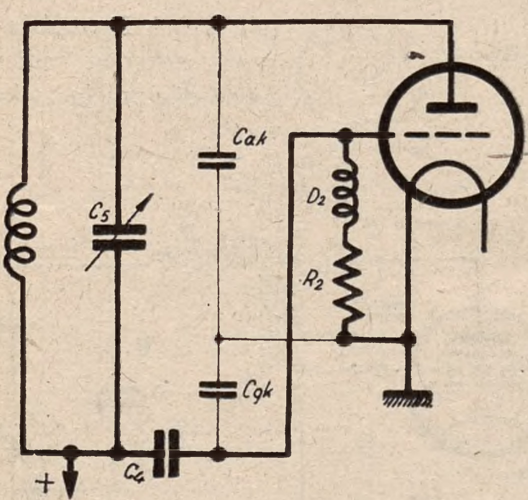
Rysunek 5 przedstawia uproszczony schemat radiostacji przy położeniu przełącznika na nadawanie.



Rys. 5.

Mikrofon połączony szeregowo ze słuchawką zasilany jest z własnego ogniwa Bm. Polaryzację siatki modulatora uzyskuje się ze spadku napięcia pochodzącego od prądu anodowego obu lamp nadajnika na oporniku R_1. Modulacja jest anodowa, przy czym jako dławik modulacyjny służy wtórne uzwojenie transformatora T_1 (obwód pierwotnego uzwojenia jest przerwany w kontaktach przełącznika).

Generator nadajnika pracuje w układzie tak zw. ultraaudionowym (grube linie na rys. 6), który po uwzględnieniu pojemności między anodą i katodą (C_{ak}) oraz siatką i katodą (C_{gk}) sprowadza się do generatora Colpitts'a.



Rys. 6.

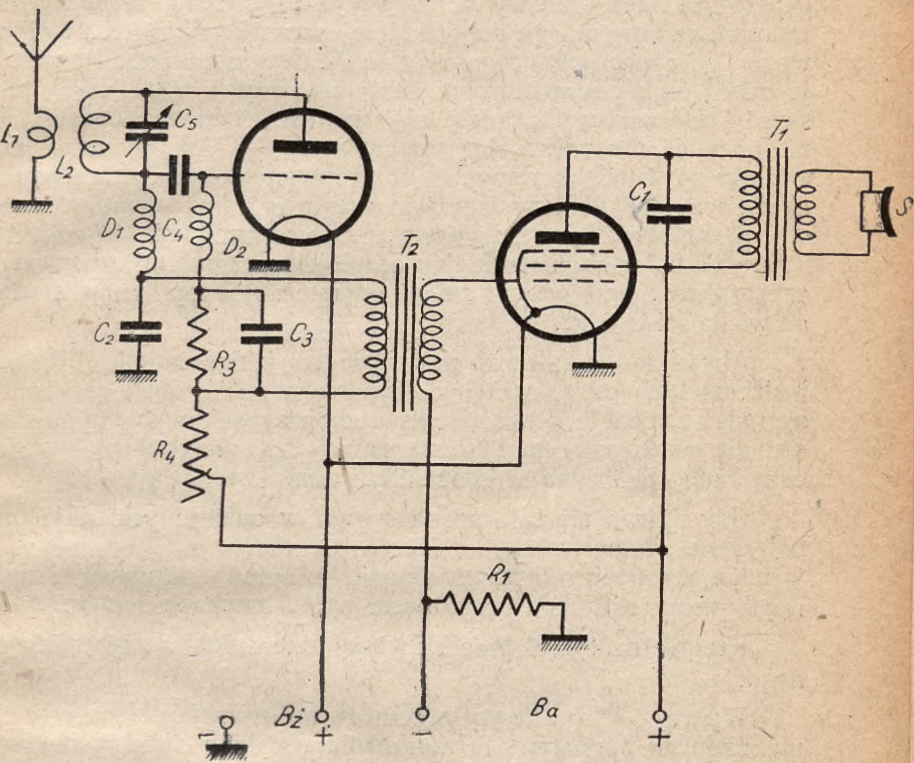
Wzbudzenie generatora otrzymuje się przez pojemność C_{kg}.

Strojony obwód generatora sprzężony jest indukcyjnie z anteną (układ nadajnika złożony). Cewka antenowa posiada tylko jeden zwój, cewka obwodu generatora — cztery zwoje. Obwód antenowy nie jest strojony.

W położeniu przełącznika na odbiór układ przybiera postać przedstawioną na rys. 7.

Drgania z anteny indukują się w obwodzie drgań L_2, C_5 skąd przechodzą do pierwszej lampy, pracującej jako superreakcyjny detektor.

Zdetektowane prądy małej częstotliwości poprzez transformator T_2 przechodzą na siatkę drugiej lampy, pracującej jako wzmacniacz małej częstotliwości. Polaryzację siatki tej lampy uzyskuje się, podobnie jak w nadajniku za pomocą spadku napięcia od prądu anodowego na oporniku R_1. Wyjściowy transformator T_1 dopasowuje niskoomową słuchawkę S (100 omów) do oporności wewnętrznej (R — 100000 omów) lampy.



Rys. 7.

Rozpatrzmy dokładniej działanie pierwszej lampy, pracującej w samowzbudzającym układzie superreakcyjnym. W zwykłym układzie reakcyjnym (ze sprzężeniem zwrotnym) dąży się do pracy układu blisko progu oscylacji przestrzegając, by odbiornik nie zaczął oscylować, co powoduje zniekształcenie i spadek wzmocnienia.

W układzie superreakcyjnym — na odwrót, doprowadza się układ do drgań (poza progiem oscylacji), przy czym drgania te nie są ciągłe lecz przerywane z częstotliwością ponadsłyszalną (rzędu od 20 do 200 kc). Otrzymuje się to przez wprowadzenie dodatkowej częstotliwości, która powoduje przerywanie drgań układu za pomocą specjalnego generatora, przypominającego heterodynę w odbiorniku superheterodynowym.

Odbiornik rozpatrywanej radiostacji nie posiada oddzielnego generatora lecz przerwy w oscylacjach powstają samoczynnie wskutek odpowiedniego doboru stałej czasu kondensatora siatkowego C_4 i oporu upływowego siatki R_3. Oscylacja układu powstaje dzięki odpowiedniemu sprzężeniu zwrotnemu. Wskutek prądu siatki kondensator C_4 ładuje się ujemnie. Ponieważ opornik R_3 nie pozwala mu na szybkie rozładowanie — blokuje lampę powodując zerwanie oscylacyj. Po rozładowaniu kondensatora (przez opornik R_3) układ znów zaczyna oscylować, kondensator C_4 ładuje się, blokuje lampę, zrywa tym samym ponownie drgania itd. Tak więc układ superreakcyjny oscyluje z przerwami, przy czym częstotliwość tych przerw zależy od czasu blokady lampy a więc od wielkości C_4 i R_3.

Aby układ oscylował potrzebne są jakieś impulsy, będące bodźcem tych oscylacyj. Gdy do odbiornika nie dochodzą żadne sygnały, oscylacje powstają wskutek przypadkowych impulsów, szumów własnych*) itp. Drgania są wówczas nieregularne i w słuchawkach odbiornika słychać silny szum.

Gdy zjawia się fala nośna sygnałów odbieranych, daje ona potrzebne impulsy wywołujące oscylacje przyśpieszając je w mniejszym lub większym stopniu w sposób regularny i uporządkowany skutkiem czego szum w słuchawkach zanika.

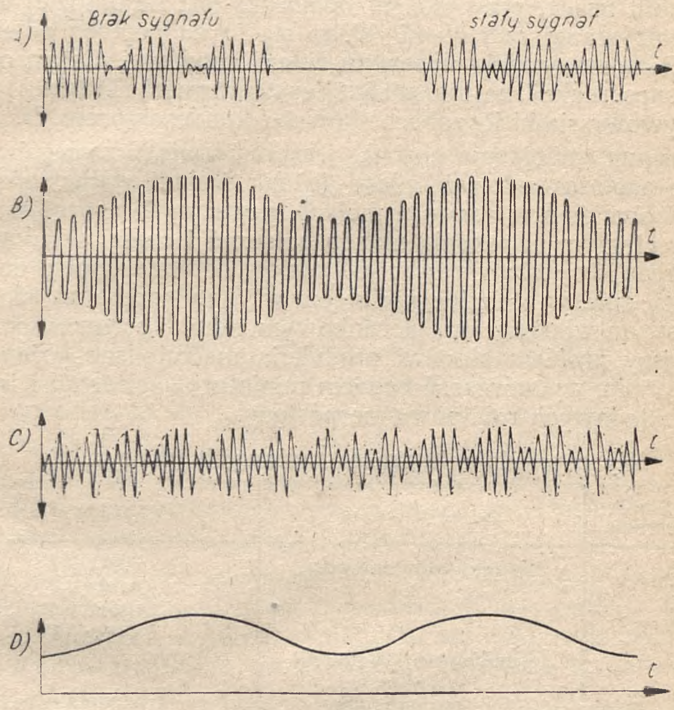
Krzywe na rys. 8 przedstawiają pracę układu superreakcyjnego.

Wykres „A" (na lewo) przedstawia oscylacje układu gdy nie ma żadnych sygnałów. Powierzchnia oscylacji zależy od chwilowych zakłóceń i własnych szumów. Zjawiający się sygnał przyspiesza powstanie oscylacji zanim poprzedni impuls zdąży całkowicie zgasnąć. To przyspieszenie zależy od amplitudy sygnału modulowanego. Wskutek modulacji (krzywa B) przyspieszenie oscylacji zmienia się (krzywa C) i po detekcji ciągu fal (C) otrzymuje się prąd wyprostowany, proporcjonalny do modulacji sygnału.

***) Szumami własnymi nazywamy przypadkowe wyładowania elektryczne w odbiorniku, a zwłaszcza szumy w lampach spowodowane nierównomierną emisją elektronów.**

Z powyższych rozważań wynika, że superreakcja może być zastosowana jedynie do odbioru fal modulowanych.

Im większa różnica między częstotliwością przerw oscylacji a częstotliwością odbieraną, tym większe jest wzmocnienie układu, gdyż wówczas sygnał ma większy swobodny okres wzrostu. Stąd wynika, że superreakcja da najlepsze rezultaty przy odbiorze fal ultrakrótkich. Najdogodniejsza częstotliwość przerw oscylacji dla częstotliwości 112 Mc wynosi około 250 kc.



Rys. 8.

Zaletą superreakcji jest olbrzymie wzmocnienie, otrzymane wskutek dużych napięć sprzężenia zwrotnego.

Jednolampowy detektor superreakcyjny może osiągnąć czułość dochodzącą do dwóch mikrowoltów. Wzmocnienie to osiąga się prawie niezależnie od siły sygnału. Jeżeli odbierany sygnał jest tylko silniejszy od pewnej granicznej wielkości, zdolnej pobudzić układ, efekt odbiorczy utrzymuje się prawie taki sam jak i przy odbiorze silnego sygnału.

W układzie superreakcyjnym występuje więc jakby automatyczna regulacja siły odbioru i silny sygnał jest mniej wzmocniony niż słaby.

Superreakcyjny detektor w stosunku do reakcyjnego posiada mniejszą selektywność lecz z chwilą odbioru znikają szumy i zakłócenie od wyładowań w urządzeniach zapłonowych itd.

Superreakcyjny układ ze wzbudzeniem własnym (bez dodatkowego generatora — heterodyny) wymaga dokładnego dobrania punktu pracy, przy którym odbiornik jest najbardziej czuły. W rozpatrywanej radiostacji osiąga się to za pomocą potencjometra R_4 w przewodzie plusowym baterii anodowej. Celem otrzymania superreakcji na tak wielkiej częstotliwości (112 Mc) opornik upływowy siatki R_3 zabocznikowano kondensatorem C_3.

Opisana radiostacja posiada jeszcze niewielki zasięg i ograniczone zastosowanie, nie ulega jednak żadnej wątpliwości, że stanowi ona etap w rozwoju małych, poręcznych aparatów, które przy ciągłym ulepszaniu układu połączeń i części składowych, wciąż będą zwiększały swą moc i zasięg. Zdobędzie sobie ona dominującą rolę w technice radiołączności (zwłaszcza wojskowej) dzięki swym własnościom kierunkowym i dużej sprawności. Najtrudniejszy problem stanowi produkcja małych lecz pojemnych źródeł prądu, wytwórczość bowiem miniaturowych lamp i innych części składowych robi poważne postępy.

Wyszczególnienie części radiowych (do rys. 3)

Oznaczenie na schemacie	Nazwa	Wielkość
C_1	Kondensator mikowy	0,001 μF
C_2	„ „	0,003 μF
C_3	„ „	0,005 μF
C_4	„ „	50 pF
C_5	Kondensator zmienny 2 - płytkowy	—
L_1	Cewka antenowa	1 zwój nawinięty na korpusie 12,5 mm
L_2	Cewka obwodu	4 zwoje nawinięte na korpusie 12,5 mm
D_1	Dławik w. cz.	—
D_2	„ „ „	—
R_1	Opornik masowy	750
R_2	„ „	25000
R_3	„ „	10 MΩ
R_4	Potencjometr	100000 „
P_1, P_2, P_3, P_4	Przełącznik czterobiegunowy, 3 - położeniowy	—
M	Mikrofon	—
S	Słuchawka	100 „
T_1	Transformator wyjściowy	—
T_2	Transformator	—

Mjr KORSZUNOW IGOR

METODYKA OKREŚLANIA I USUWANIA USZKODZEŃ W RADIOSTACJACH MAŁEJ MOCY

Zadaniem niniejszego artykułu jest zaznajomienie z ogólną metodyką określania i usuwania uszkodzeń w radiostacji przez samą obsługę.

Nieznajomość metodyki a tym samym i kolejności postępowania przy określaniu i usuwaniu najprostszych nieraz uszkodzeń jest powodem niepotrzebnej straty czasu a niejednokrotnie bywa to przyczyną spowodowania nowych uszkodzeń.

W każdym więc wypadku niedziałania radiostacji należy przy sprawdzaniu jej postępować w następujący sposób:

1) Poddać radiostację oględzinom zewnętrznym i sprawdzić stan poszczególnych jej elementów dostępnych z zewnątrz (bezpieczników, lampki wskaźnikowej) oraz prawidłowe włączenie mikrofonu, kabla zasilającego i anteny.

2) Po usunięciu ewentualnych usterek włączamy radiostację na odbiór lub nadawanie. Jeżeli radiostacja nie pracuje, sprawdzamy podłączenie źródeł prądu (podłączenie do zacisków aparatury i dobroć styków w akumulatorze, bateriach anodowych).

3) Sprawdzamy woltomierzem napięcia poszczególnych bateryj, a także i napięcie na zaciskach. Rozładowaną baterię lub akumulator wymieniamy.

4) Sprawdzamy stan bezpieczników w obwodzie wysokiego i niskiego napięcia. Bezpieczniki przepalone lub uszkodzone — wymieniamy.

5) Łączymy kablem zasilającym skrzynkę nadawczo-odbiorczą ze skrzynką zasilania (jeżeli jest) i sprawdzamy napięcie w gniazdach wtykowych radiostacji. Jeżeli woltomierz nie pokazuje napięcia, sprawdzamy całość poszczególnych żył kabla zasilającego.

6) W wypadku gdy napięcia mierzone na zaciskach źródeł prądu są właściwe a radiostacja dalej nie pracuje, należy sprawdzić całość obwodu niskiego i wysokiego napięcia w samej radiostacji bez wyjmowania jednak aparatury ze skrzynki.

W tym celu należy przerwać obwód niskiego napięcia, tzn. odłączyć przewód doprowadzający napięcie od zacisku plus w akumulatorze i przyłączyć go do minusowej końcówki amperomierza lub woltomierza a końcówkę plusową woltomierza przyłączyć do plusowego zacisku akumulatora (połączenie woltomierza w szereg). Następnie włączamy radiostację przez przestawienie przełącznika rodzaju pracy na odbiór lub nadawanie i sprawdzamy obwód żarzenia lamp odbiornika i nadajnika. Jeżeli woltomierz przy tym nie daje żadnych wskazań, oznacza to, że przepalone są włókna żarzenia lamp lub też, że są złe styki w sprężynach przekaźnika (jeżeli takowy jest) — albo, że urwane są przewody łączące. W tym wypadku należy aparaturę nadawczo - odbiorczą wyciągnąć ze skrzynki i połączenie montażowe poddać oględzinom zewnętrznym celem ustalenia mechanicznego uszkodzenia. Jeżeli uszkodzenia takiego nie zauważamy, to sprawdzamy (próbnikiem)*) włókna żarzenia lamp, styki przekaźnika i połączenia przewodowe. Uszkodzone lampy zamieniamy na nowe. Aby sprawdzić czy niskie napięcie jest rzeczywiście doprowadzone do układu nadawczo-odbiorczego wystarczy nacisnąć przycisk mikrotelefonu i posłuchać działania przekaźnika antenowego. (Całości włókien żarzenia lamp sposobem tym określić nie można).

Po usunięciu ewentualnego uszkodzenia w obwodzie żarzenia sprawdzamy działanie radiostacji. Jeżeli radiostacja dalej niepracuje należy sprawdzić obwód wysokiego napięcia. W tym celu przerywamy obwód wysokiego napięcia odbiornika lub nadajnika i włączamy w szereg miliamperomierz lub woltomierz (przy włączonym napięciu żarzenia lamp). Następnie włączamy radiostację na odbiór lub nadawanie (zależnie od tego czy badamy obwód wysokiego napięcia odbiornika, czy nadajnika) i jeżeli woltomierz nie daje wskazań, to będzie oznaczać przerwę w obwodzie wysokiego napięcia.

Jeżeli dotychczas przy badaniu obwodu niskiego napięcia nie wyciągaliśmy radiostacji ze skrzynki, to obecnie należy to zrobić. Po wyciągnięciu radiostacji poddajemy połączenia montażowe zewnętrznym oględzinom celem wykrycia mechanicznego uszkodzenia. Jeżeli go nie ma, sprawdzamy radiostację wg schematu.

---

*) Opis urządzenia próbnika — patrz przy końcu artykułu.

Całość obwodu niskiego napięcia odbiornika lub nadajnika, jeżeli chodzi o przerwę lub zwarcie, można zbadać próbnikiem włączając go na styki w gniazdku kabla zasilającego skrzynki odbiorczo - nadawczej. Badanie natomiast wysokiego napięcia przeprowadza się drogą przyłożenia minusowej końcówki woltomierza na masę aparatu, a plusowej — do właściwego bieguna gniazdka klucza przy załączonym zasilaniu. Wychylenie wskazówki woltomierza upewnia nas o braku przerwy w obwodzie wysokiego napięcia. Jeżeli po sprawdzeniu i usunięciu ewentualnych uszkodzeń w obwodzie mikrofonu, słuchawki, niskiego i wysokiego napięcia—radiostacja dalej nie pracuje, to uszkodzenie musi być w połączeniach montażowych aparatu.

Sprawdzenie nadajnika

Po wyjęciu aparatury nadawczej ze skrzynki badamy przede wszystkim lampę generatora wzbudzającego przez wstawienie na jej miejsce lampy uprzednio już sprawdzonej i stroimy nadajnik. Jeżeli strojenie nie udaje się, pomimo że lampka wskaźnikowa jest dobra, to wówczas badamy dławik wielkiej częstotliwości, kondensator rozdzielczy i obwód antenowy.

Dokonuje się to mierząc napięcie na elementach obwodu anodowego i siatce ekranowej. Zbyt małe napięcie na anodzie może być spowodowane uszkodzeniem w opornikach, znajdujących się w obwodzie anodowym. Po sprawdzeniu, względnie usunięciu uszkodzeń w generatorze wzbudzenia, przystępujemy do sprawdzenia modulatora. Działanie modulatora oceniamy obserwując miganie lampki przy głośnym liczeniu do mikrofonu. Jeżeli migania nie zauważamy, wymieniamy lampę modulacyjną (po uprzednim sprawdzeniu mikrofonu). Jeżeli wymiana ta nie pomaga, sprawdzamy napięcie lampy modulacyjnej, dławika modulacyjnego i transformatora mikrofonowego Po usunięciu uszkodzeń nadajnika przystępujemy do sprawdzenia odbiornika.

Sprawdzenie odbiornika

Brak odbioru po uprzednim sprawdzeniu napięć i zbadaniu słuchawki może oznaczać uszkodzenia w jednym ze stopni (lampa wraz z przynależnymi obwodami) odbiornika. Może to być przepalenie włókna żarzenia lampy, przerwa w obwodzie (siatkowym lub anodowym) lub też uszkodzenia w połączeniach montażowych. Aby móc odnaleźć to uszkodzenie należy najpierw ustalić, który ze stopni odbiornika jest uszkodzony, a dopiero wówczas szukać uszkodzenia w samym stopniu. Uszkodzenia te mogą być następujące: przerwa w obwodzie anodowym, przepa-

lenie jednego z oporników, przebicie lub uszkodzenie kondensatora. Oznaką dobrego działania stopnia jest zmiana natężenia szmerów odbiornika i trzask w słuchawce przy dotykaniu metalowym przedmiotem (śrubokrętem lub anteną) wyprowadzenia siatki lampy. Sprawdzenie rozpoczyna się od wyjścia (ostatniego stopnia) odbiornika a kończy się na jego wejściu, tzn. sprawdza się najpierw wzmacniacz małej częstotliwości, następnie II-gi detektor i II-gą heterodynę zachowując tę kolejność poprzez wszystkie stopnie aż do wzmacniacza wielkiej częstotliwości i obwodu antenowego.

Po określeniu tą drogą uszkodzonego stopnia wymieniamy w nim najpierw lampę i jeżeli przy ponownym dotykaniu siatki szmery odbiornika słyszane w słuchawce nadal nie ulegają zmianie, przystępujemy wówczas do szczegółowego badania połączeń montażowych. Badanie to polega przede wszystkim na sprawdzeniu wysokich napięć na anodzie, siatce ekranowej i opornikach znajdujących się w obwodach tychże elektrod. Jeżeli stwierdzimy, że przy obecności napięcia na opornikach (pochodzącego od baterii anodowej) brak go na elektrodach — oznacza to, że opornik jest przepalony. Przepalenie opornika następuje skutkiem zwarcia wywołanego przez przebicie izolacji wewnątrz kondensatora lub zetknięcia się przewodów łączących. Po doprowadzeniu tego stopnia do stanu działania, przystępujemy do badania stopnia następnego. Należy przy tym pamiętać, że stopnie coraz to bliższe wyjścia dają wzmocnienie coraz to większe, czyli przy dotykaniu siatek lamp bliższych wyjścia trzaski słyszane w słuchawce powinny być silniejsze. Słabe trzaski przy dotykaniu siatek końcowych stopni oznaczają najczęściej częściową utratę emisji przez lampę w danym stopniu. W tym wypadku wymieniamy lampę i jeżeli to nie pomaga, badamy układ samej lampy.

Prócz powyższych sposobów można określić uszkodzenia poszczególnych stopni i inną drogą.

1. Jeżeli obwody wraz z lampą II heterodyny są bez zarzutu, wtedy przy przejściu z odbioru telefonicznego na telegraficzny otrzymamy w słuchawce powiększenie się szmerów odbiornika.

2. Szmery, które są charakterystycznym objawem w odbiornikach superheterodynowych wskazują na dobre działanie obwodów przemiany częstotliwości. Gdy się stwierdzi ich istnienie, uszkodzenia należy szukać w obwodzie wejściowym.

(Uszkodzona lampa wzmacniacza wielkiej częstotliwości lub przerwa w obwodzie antenowym).

3. Odbiór sygnałów na części zakresu świadczy o częściowej utracie emisji lampy przemiany częstotliwości — (konwertera).

4. Słaby odbiór świadczy przede wszystkim o wyładowaniu źródeł prądu. Jeżeli wymiana źródeł prądu nie polepsza odbioru, oznacza to częściową utratę emisji lamp.

5. Słaby odgłos szczęku uruchomionego przekaźnika antenowego przy naciskaniu przycisku mikrotelefonu świadczy o rozładowaniu akumulatora.

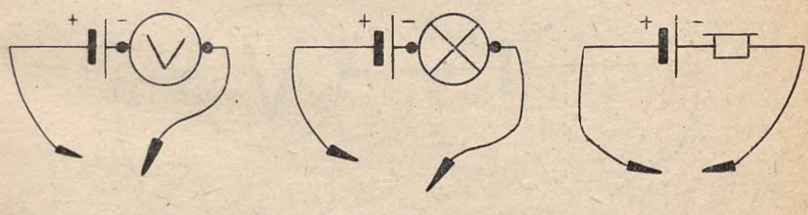
Po odszukaniu i usunięciu znalezionych uszkodzeń dalsze sprawdzanie jest najczęściej zbyteczne.

Przejdźmy obecnie do sposobów badania (sprawdzenia) poszczególnych części radiostacji.

Sposoby sprawdzenia poszczególnych części radiostacji

Po rozpatrzeniu możliwych uszkodzeń w radiostacji i omówieniu sposobu ich wyszukiwania zapoznamy się obecnie z przyrządami, którymi posługujemy się dla ustalenia uszkodzonej części aparatury, a także określenia rodzaju uszkodzenia. Najlepszym i najprostszym przyrządem pozwalającym na stwierdzenie uszkodzenia w poszczególnych częściach radiostacji jest próbnik. Za jego pomocą można ustalić zarówno zwarcie jak i przerwę w obwodzie oraz przekonać się o wartości oporów użytych w radiostacji oporników.

Próbnik składa się ze źródła prądu, przyrządu pomiarowego (woltomierza) i końcówek przewodników lub też zamiast woltomierza można użyć lampki wskaźnikowej lub słuchawki. Wskaźniki (woltomierz, żarówka, słuchawka) włącza się w szereg ze źródłem prądu — rys. 1.



Rys. 1. Typy próbników

Zestawiając układ połączeń próbnika z żarówką wskaźnikową należy dobrać napięcie źródła prądu w ten sposób, aby napięcie to nie przewyższało normalnego napięcia żarzenia żarówki. (Wartość napięcia dopuszczalnego podana jest zwykle na żarówce). Dla próbnika z woltomierzem napięcie źródła prądu

nie może być wyższe od tego, które objęte jest zakresem skali woltomierza. Stosując jako element próbnika słuchawkę należy posługiwać się baterią BAS—80.

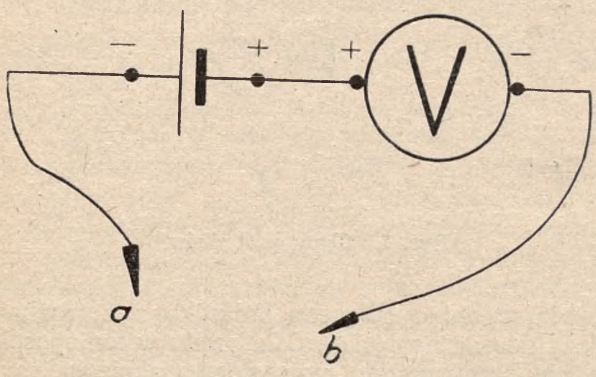
Aby sprawdzić czy który z przewodów badanego obwodu elektrycznego nie ma przerwy, lub by wykryć zwarcie w tym obwodzie — należy końcówki próbnika przyłożyć do przypuszczalnie zwartej części obwodu. Jeżeli rzeczywiście ma ono miejsce, wówczas żarówka próbnika żarówkowego zaświeci się, względnie woltomierz próbnika pokaże napięcie jego baterii lub w słuchawce próbnika usłyszymy przy dotykaniu szczękanie membrany.

Jeżeli w obwodzie powstaje przerwa, próbnik nie zareaguje. W obwodzie, posiadającym pewną oporność, wskazania próbnika zależne będą od wielkości danej oporności — np. wskazówka woltomierza wychyli się, lecz pokaże nam napięcie mniejsze od napięcia źródła prądu, żarówka zaświeci się słabo, względnie w słuchawce usłyszymy słaby szczęk membrany.

Za najlepszy z tych próbników należy uważać próbnik z woltomierzem, przy czym można tu użyć woltomierza radiostacji a jako źródła prądu — akumulatora żarzenia lampy.

Zestawienie układu połączeń próbnika z woltomierzem

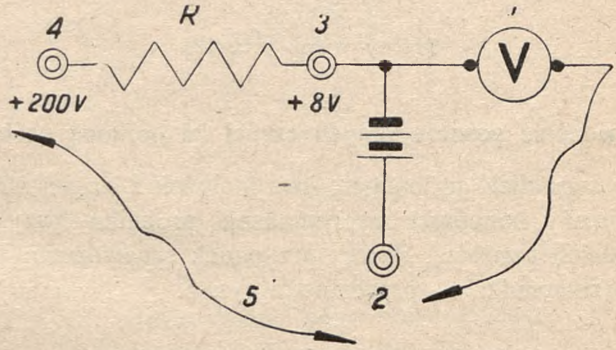
Plusowy zacisk woltomierza łączymy przewodnikiem z plusowym zaciskiem akumulatora, a końcówki minusowe od akumulatora i woltomierza zostawiamy wolne — rys. 2.



Rys. 2.
Zestawienie układu połączeń próbnika z woltomierzem

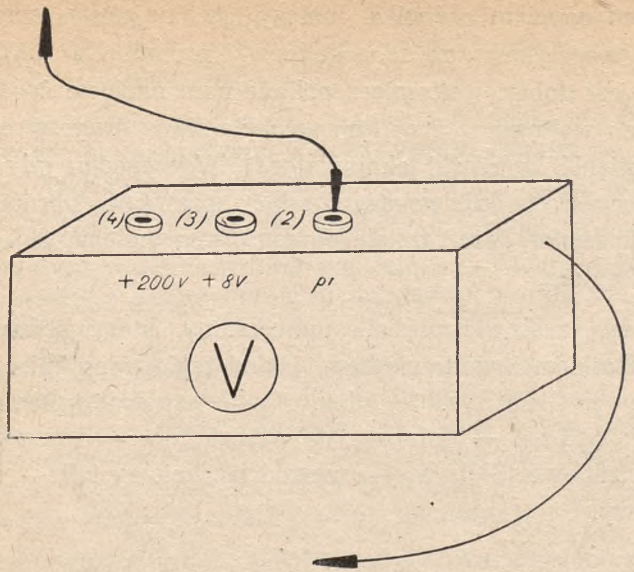
Przed użyciem próbnika należy go najpierw sprawdzić. W tym celu stykamy ze sobą końcówki próbnika a) i b). Jeżeli próbnik jest dobry, woltomierz pokaże nam napięcie źródła prądu. (Jeżeli woltomierz przy tym wychyla się w drugą stronę, należy zamienić końcówki akumulatora). W wypadku gdy woltomierz w ogóle nie daje wskazań, należy sprawdzić dobroć styków w akumulatorze; jeżeli to nie pomaga — wymienić akumulator lub woltomierz.

Można zestawić próbnik uniwersalny, który będzie zarazem próbnikiem i woltomierzem. Układ takiego próbnika przedstawiony jest na rys. 3, gdzie 1 — jest woltomierzem radiostacji; 2, 3 i 4 — gniazdka na wtyczkę; E — dwa akumulatory żarzeniowe (3V); 5 — przewód łączeniowy i R — opornik dodatkowy.



Rys. 3.
Próbnik uniwersalny

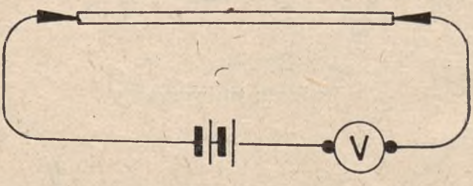
Umieszczając wtyczkę przewodu 5 w gniazdku 2 otrzymamy próbnik, w gniazdku 3 — woltomierz dla pomiarów niskiego napięcia, a w gniazdku 4 — woltomierz dla pomiarów wysokiego napięcia. Zewnętrzny wygląd takiego próbnika przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4.
Ogólny widok próbnika

Sprawdzenie poszczególnych części za pomocą próbnika

Aby sprawdzić próbnikiem którąkolwiek z części układu połączeń należy końcówki wyprowadzeń próbnika przytykać do odpowiednich punktów. Prosty przypadek sprawdzenia tym sposobem przewodnika — przedstawia rys. 5.



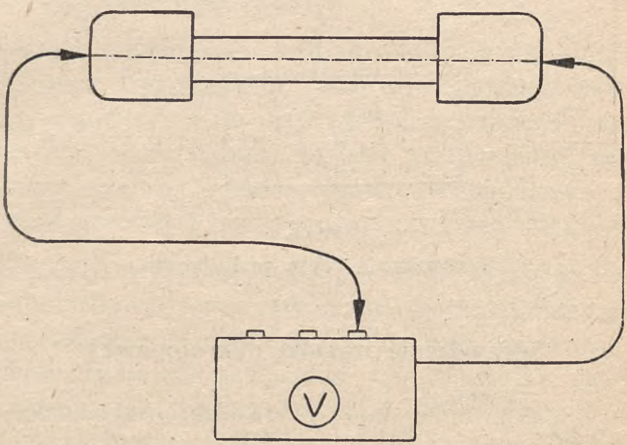
Rys. 5.
Sprawdzenie próbnikiem przewodnika

Ze wskazania woltomierza orientujemy się co do charakteru uszkodzenia.

Sprawdzenie żarówki wskaźnikowej i bezpiecznika

(Rodzaj uszkodzenia: włókno żarówki i drucik bezpiecznika — przepalone).

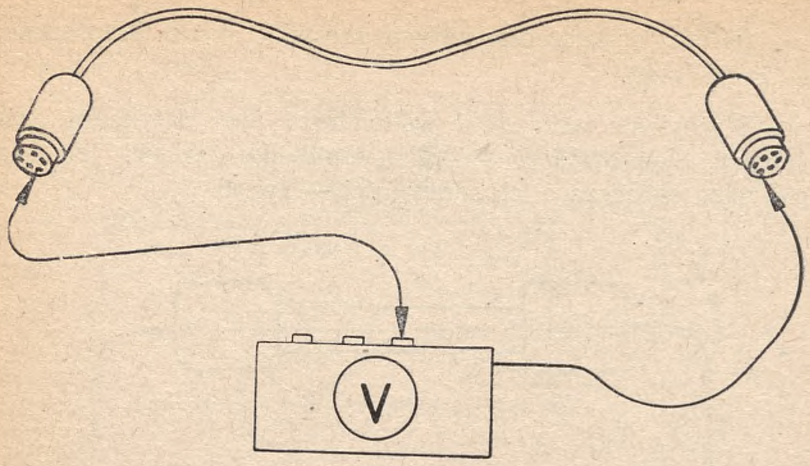
Wychylenie wskazówki woltomierza przy dotykaniu końcówkami wyprowadzeń próbnika kontaktów żarówki lub bezpiecznika świadczą o ich sprawności — rys. 6.



Rys. 6.
Sprawdzenie próbnikiem bezpiecznika

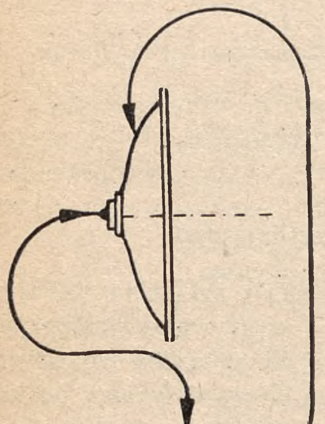
Sprawdzenie kabla zasilającego

(Rodzaj uszkodzenia: przerwa jednej z żył kabla zasilającego i zwarcie między żyłami). Błędy te wykrywamy następująco: jedną końcówkę próbnika wkładamy do gniazdka we wtyczkę u jednego końca kabla zasilającego, a drugą dotykamy po kolei gniazdek wtyczki u drugiego końca kabla. Wskazówka przyrządu próbnika powinna wychylać się przy dotykaniu tylko jednego z gniazdek wtyczki. Brak wskazań woltomierza świadczy o przerwie w żyle, natomiast obecność wskazań przy dotykaniu kilku gniazdek drugiej wtyczki — oznacza zwarcie między żyłami.



Rys. 7.
Sprawdzenie kabla zasilającego

Sprawdzenie wkładki mikrofonowej



Rys. 8. Sprawdzenie wkładki mikrofonowej

(Rodzaj uszkodzenia: spiekanie się proszku węglowego, proszek wilgotny i brak styków).

Dla sprawdzenia wkładki mikrofonowej przykładamy końcówki próbnika do jej korpusu i jej styku środkowego trzymając ją w pobliżu ust pionowo, po czym liczymy donośnym głosem. Wskazówka woltomierza podczas liczenia powinna się wahać. Jeżeli tych objawów nie ma, świadczy to o spieczeniu się proszku lub jego zwilgotnieniu.

Wkładkę mikrofonową można sprawdzić bez rozbierania mikrotelefonu. W tym celu przykładamy końcówki próbnika do właściwych gniazdek wtyczki sznura mikrotelefonu — (w tym wypadku sprawdza się zarazem i całość sznura) — i badamy jak poprzednio.

Sprawdzenie słuchawki

(Rodzaj uszkodzeń: przerwa w sznurze i w uzwojeniu cewek, przyklejanie się membrany).

Dotykając końcówkami próbnika właściwych gniazdek we wtyczce sznura mikrotelefonu, sprawdzamy całość obwodu słuchawki. Jeżeli próbnik nie daje wskazań, oznacza to przerwę w sznurze lub w uzwojeniu cewek. Zdejmujemy membranę i sprawdzamy tą samą metodą całość uzwojeń cewek. Stwierdziwszy brak przerwy badamy sam sznur i naprawiamy go.

Regulujemy membranę zbliżając ją lub oddalając od elektromagnesów słuchawki przez pokręcanie pierścienia regulującego. Właściwe nastawienie membrany kontroluje się, biorąc do pomocy dobrze działającą radiostację i nasłuchując pracujących obcych radiostacyj albo też dotykając końcówkami słuchawki zacisków pojedynczego ogniwa akumulatorowego. Dobrze ustawiona membrana powinna przy każdym dotknięciu głośno szczęknąć.

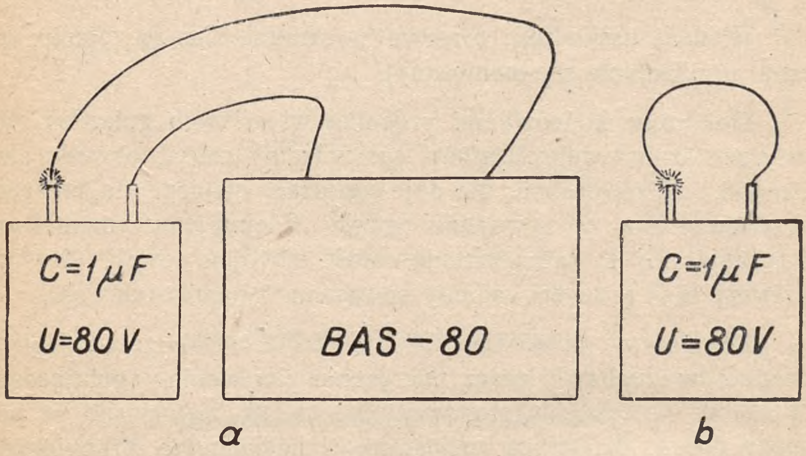
Sprawdzenie kondensatora

(Rodzaj uzkodzeń: przebicie, przerwa styków i utrata pojemności).

Przy przebiciu próbnik pokazuje zwarcie, przy przerwie natomiast próbnik w ogóle nie da wskazań. Gdy kondensator jest dobry, przy dotknięciu jego zacisków końcówkami próbnika wskazówka woltomierza najpierw wychyli się, a następnie cofnie się do zera. Inna metoda polega na ładowaniu i rozładowaniu kondensatora. Do zacisków kondensatora przykładamy na krótki moment napięcie źródła prądu stałego, przez co ładujemy go. (Nie należy używać napięcia wyższego od wielkości napięcia roboczego — napisanej zwykle na korpusie kondensatora). Na-

stępnie zwieramy przewodnikiem zaciski kondensatora (rozładowanie). W czasie rozładowania kondensatora powinna powstać iskra jako oznaka zachowania pojemności kondensatora i braku jego uszkodzenia.

Czynności te ilustruje — rys. 9.



Rys. 9.

a) ładowanie kondensatora b) rozładowanie kondensatora

Sprawdzenie transformatora

(Rodzaj uszkodzeń: przerwa w uzwojeniach, zwarcie między uzwojeniami i z masą).

Dotykając końcówkami próbnika wyprowadzeń pierwotnego a następnie wtórnego uzwojenia transformatora, sprawdzamy całość poszczególnych uzwojeń. Dotykając jednocześnie końcówkami próbnika wyprowadzeń uzwojenia pierwotnego i wtórnego przekonujemy się czy nie ma zwarcia między tymi uzwojeniami. W ten sam sposób sprawdzamy czy nie ma zwarcia między masą a poszczególnymi uzwojeniami.

W dobrym transformatorze nie powinno być zwarcia ani między uzwojeniami, ani między uzwojeniami a masą. Dławik modulacyjny sprawdza się podobnie. Dławik wielkiej częstotliwości sprawdza się jedynie na przerwę.

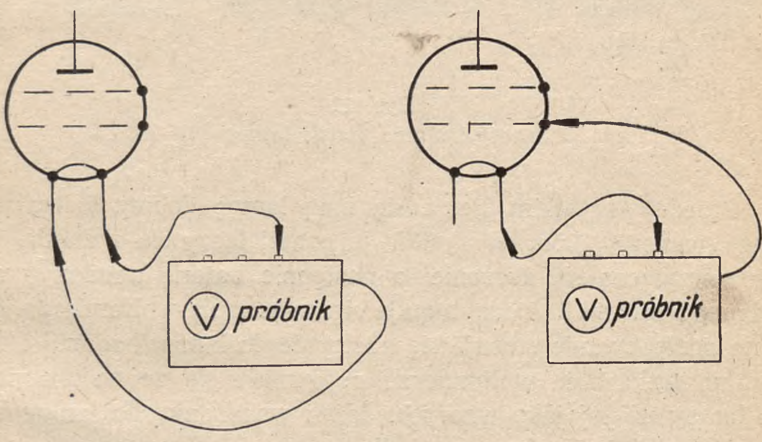
Sprawdzenie oporników

Wartości oporów w obwodach można sprawdzić jedynie w przybliżeniu. Jeżeli oporność obwodu jest bardzo duża, to wskazówka przyrządu próbnika wychyli się minimalnie.

Sprawdzenie lamp katodowych

(Rodzaj uszkodzeń: przerwa włókna żarzenia, zwarcie między elektrodami, utrata emisji).

Przepalenie włókna żarzenia sprawdza się próbnikiem — (rys. 10a). Jeżeli włókno jest całe, przy dotykaniu końcówkami próbnika 2-ej i 7-ej nóżki próbnik pokaże zwarcie. Wskazania będą analogiczne w wypadku zwarcia między elektrodami — (rys. 10b).



a b

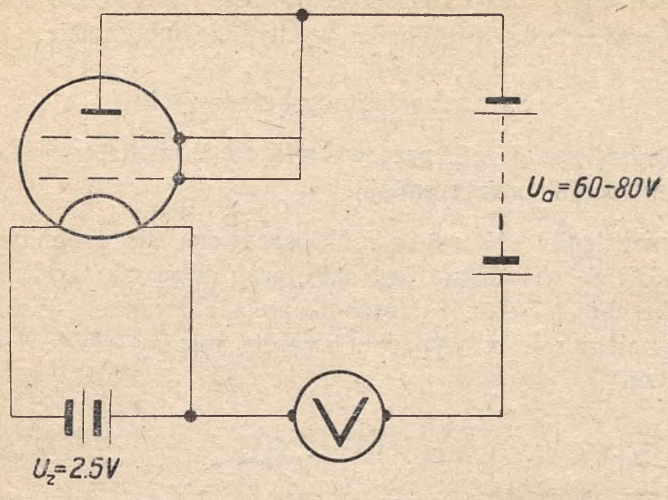
Rys. 10.

a) Sprawdzenie całości włókna

b) Sprawdzenie zwarcia między elektrodami

Badania emisji można przeprowadzić sposobem porównawczym. W tym celu wyjmujemy tego samego typu lampę z dobrej radiostacji i na jej miejsce wstawiamy przypuszczalnie uszkodzoną. Jeżeli radiostacja będzie pracowała bez zmiany, znaczy to, że lampa jest w porządku.

Zbadać lampę można również w układzie przedstawionym na rys. 11 — przy użyciu woltomierza radiostacji.



Rys. 11
Sposób badania emisji lampy

Przede wszystkim bierze się inną lampę dobrze działającą i tego samego typu. Wszystkie jej siatki łączy się z anodą, po czym przyłącza się żarzenie a następnie baterię anodową wg podanego schematu i odnotowuje się wskazania woltomierza. To samo postępowanie stosuje się następnie do lampy badanej i odczytane wskazanie woltomierza porównuje się ze wskazaniem dla lampy użytej jako wzorzec. Jeżeli wskazania dla lampy badanej są mniejsze od wskazań dla lampy wzorcowej, znaczy to, że lampa badana straciła emisję.

WARUNKI OGŁASZANIA PRAC W PRZEGLĄDZIE ŁĄCZNOŚCI

1. Oficerowie łączności biorący udział w pisaniu artykułów dla „Przeglądu Łączności" mają zasadniczo opierać się przy wyborze tematu o orientacyjne wyszczególnienie pożądanych do opracowania tematów, zestawione przez Ref. Redakcyjno-Wydawniczy Dp. Łączności i zatwierdzone przez Szefa Dep. Łącz. Poza tym mogą nadsyłać artykuły na tematy obrane indywidualnie, jednak z zastrzeżeniem, że muszą dotyczyć tylko taktyki i techniki łączności oraz zagadnień odnoszących się do wyszkolenia bojowego jednostek i pododdziałów łączności.
2. Prace do druku przesyłać pod adresem: Redakcja „Przeglądu Łączności" — Warszawa, Al. Niepodległości Nr 243, Departament Łączności M.O.N. w dwu egzemplarzach.
3. Prace muszą być pisane na maszynie, z podwójnym odstępem między wierszami, po jednej stronie arkusza, z pozostawieniem 4 cm. marginesu i miejsca wolnego pod tytułem dla uwag redakcji.
4. Praca musi być podpisana pełnym nazwiskiem i imieniem z podaniem stopnia wojskowego i adresu.
5. Dla uniknięcia znacznych zmian w korekcie, prace powinny być starannie wykończone pod względem stylu i pisowni.
6. Redakcja przyjmuje prace jedynie dotychczas nigdzie nie drukowane. Praca przedstawiona redakcji „Przeglądu Łączności" do czasu otrzymania ewentualnej odmownej odpowiedzi nie może być zgłoszona redakcji innego czasopisma.
7. O powodach nie przyjęcia artykułu do druku redakcja zawiadamia autora pisemnie, zwracając jednocześnie artykuł.
8. Przyjętych do druku materiałów — redakcja nie zwraca.
9. Redakcja zastrzega sobie prawo czynienia wszelkich poprawek stylistycznych oraz terminologii wojskowej, jak też skracanie przyjętych do druku artykułów, nie naruszając jednak zasadniczych myśli w nich zawartych.
10. Zasadnicze wynagrodzenie autorskie za wiersz wynosi od 3 do 5 zł. Za prace wybitnej wartości redakcja może podwyższyć honorarium.
11. Dostarczone przez autora oryginalne szkice, wykresy itp. są honorowane jak odpowiednia ilość stron druku (lub części stronicy) jeżeli nadają się do reprodukcji. Szkice i ryciny wymagające przerysowania (poprawienia itp.) przez kreślarza są honorowane indywidualnie, zależnie od ilości pracy włożonej przez autora i kosztów przerysowania.

    Za oryginalne fotografie zwracane są przeciętne koszty ich wyprodukowania.
    Nie są honorowane: szkice, ryciny i fotografie nie będące oryginalną pracą autora (np. wycinki z gazet, przedruki z innych pism, afisze itp.).

    Szkice rysować w dwukrotnym wymiarze w stosunku do wielkości, jaka ma być przedstawiona w „Przeglądzie Łączności" np. aby szkic mógł być odbity w „Przeglądzie Łączności" w wymiarze 4.5×9 cm musi być wykonany w wymiarze 9×18 cm. To samo dotyczy liter i oznaczeń użytych do opisania szczegółów szkicu. Wszelkie rysunki i szkice muszą być wykonane czarnym tuszem i na kalce.

WYKAZ

WYDAWNICTW DEPARTAMENTU ŁĄCZNOŚCI MON

i

WOJSKOWEGO INSTYTUTU NAUKOWO-WYDAWNICZEGO

ŁĄCZNOŚĆ

1. Dalekopis St. 35.
2. Instrukcja o użytkowaniu stałych linii powietrznych łączności w zimie i wskazówki dotyczące prac telefonisty w zimie.
3. Instrukcja o polowych liniach łączności.
4. Instrukcja o przeprowadzeniu egzaminów w celu określenia kwalifikacji radiotelegrafistów i telegrafistów według klas.
5. Łączność telefoniczna i radiowa. Część I. Wiadomości podstawowe i łączność telefoniczna. Opracował mjr. Biełow.
6. Podręcznik o organizacji łączności przy użyciu ruchomych środków łączności.
7. Służba bojowa dowódcy radiostacji wojskowej.
8. Tymczasowa instrukcja radiostacji typu „9-RS" z krótkim opisem odbiornika RSI-4T.
9. Wskazówki dla szeregowego kompanii telegraficznej.
10. Wskazówki dla sprawdzającego polowe linie kablowe.
11. Zasady służby ruchu telefonicznego (Służba stacyjno-eksploatacyjna).

CZASOPISMA WOJSKOWE

1. „Bellona" (miesięcznik).
2. „Przegląd Wojskowy" (kwartalnik).
3. „Przegląd Piechoty" (miesięcznik).
4. „Przegląd Artyleryjski" (miesięcznik).
5. „Przegląd Wojsk Pancernych" (miesięcznik).
6. „Przegląd Łączności" (kwartalnik).
7. „Wojskowy Przegląd Prawniczy" (kwartalnik).
8. „Wojskowy Przegląd Weterynaryjny" (kwartalnik).